

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**NELSON CLÁUDIO SIQUEIRA DE LUCA**

**TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE CÁLCULO NAS ENGENHARIAS:  
UMA PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL COM USO DO SOFTWARE MAPLE**

**CURITIBA**

**2014**

**NELSON CLÁUDIO SIQUEIRA DE LUCA**

**TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE CÁLCULO NAS ENGENHARIAS:  
UMA PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL COM USO DO SOFTWARE MAPLE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas.

**CURITIBA**

**2014**

---

L931t

Luca, Nelson Cláudio Siqueira de

Tecnologias aplicadas ao ensino de cálculo nas engenharias: uma pesquisa quase experimental com uso do software maple. / Nelson Cláudio Siqueira de Luca. – Curitiba, 2014.

104f. : il. [algumas color.]; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia da Produção. 2014.

Orientadora: Maria do Carmo Duarte Freitas.

Bibliografia: p. 65-71.

1. Cálculo – Estudo e ensino. 2. Informática – Estudo e ensino. I. Universidade Federal do Paraná. II. Freitas, Maria do Carmo Duarte. III. Título.

CDD: 515.07

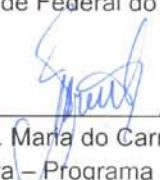
---

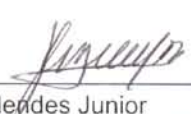
## TERMO DE APROVAÇÃO

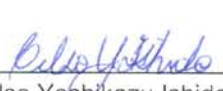
NELSON CLÁUDIO SIQUEIRA DE LUCA

TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO DE CÁLCULO NAS ENGENHARIAS:  
UMA PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL COM USO DO SOFTWARE MAPLE.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Maria do Carmo Duarte Freitas  
Orientadora – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Celso Yoshikazu Ishida  
Programa de Pós-Graduação em Gestão da Informação da UFPR

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra  
Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil da UFSCar

Curitiba, 12 de dezembro de 2014.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus Pais: Miriam Siqueira de Luca e Nelson Thales Lepake de Luca, os quais amo muito, pelas orientações, ensinamentos, direcionamentos, incentivo, apoio, paciência, compreensão, dedicação,...., amor incondicional, que não foram só neste momento e sim em toda a minha vida. Agradeço todos os dias por vocês serem meus Pais. Obrigado por existirem.

A minha noiva Juliana Battiston, pelo companheirismo, amor e força em todos os momentos.

A Doutora Professora Orientadora Maria do Carmo Duarte Freitas, pelas orientações preciosas e definidoras, magníficos ensinamentos e direcionamentos.

Ao Professor Jacir Venturi, pelas orientações e indicações.

A Professora Adriana Regina Tozzi, por aceitar, em realizar as atividades didáticas e por se dedicar a esta pesquisa quase experimental.

Ao Jeanfrank Teodoro Dantas Sartori, que se tornou o melhor amigo. Muito obrigado pela ajuda, apoio, dedicação, conhecimento e orientações. Você foi fundamental.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

Trata do uso das tecnologias na educação como tema abordado de forma recorrente na área de ensino, em congressos, palestras, revistas científicas e no meio acadêmico como um todo. Tem por objetivo comparar o aprendizado usando as tecnologias aplicadas: ensino tradicional (quadro-negro) e ensino com *software* (Maple). O presente estudo é resultante de uma pesquisa quase experimental realizada com discentes do curso de Engenharia Civil de uma Instituição Privada de Ensino Superior de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil, escolhida por conveniência. Fez-se a proposta de um Curso de Extensão Semi Presencial, com os conteúdos de função afim e quadrática, ao qual a matrícula foi efetuada por manifestação de interesse do discente, constituindo uma amostra não aleatória sem grupo de controle. O quase experimento foi dividido em duas fases, sendo que na primeira os alunos foram submetidos a aulas tradicionais – com o uso do quadro-negro – desenvolvendo três listas de exercícios e, ao final, uma prova. Na segunda fase, os mesmos discentes participaram das novas aulas com o uso do software Maple (escolhido por conveniência), com conteúdo idêntico ao ministrado anteriormente por meio do quadro-negro, também sendo submetidos a duas listas de exercícios e uma prova ao final. Por fim, os discentes responderam a dois questionários auto-aplicados, um no início da primeira fase e outro ao final da segunda. Com base no desempenho comparativo entre as listas e provas das fases 1 e 2, levantou-se evidências de que o uso do software contribuiu para a melhoria do desempenho bem como da compreensão do conteúdo. Destaca-se, também, que os dados quantitativos e qualitativos dos questionários demonstraram explicitamente que os discentes perceberam os benefícios da adoção do software, mesmo dentre aqueles que inicialmente apontavam a preferência pelo uso do quadro-negro. É consenso, dentre os alunos estudados, que a aula ideal é constituída pela combinação do uso do quadro-negro e do software.

Palavras chave: Ensino-Aprendizagem, Ensino Superior, Maple, Software, Tecnologia.

## ABSTRACT

Deals with the use technologies in education as a subject addressed recurrently in the area of education at conferences, lectures, journals and academia as a whole. The purpose to compare the learning using the technologies applied: traditional education (blackboard) and teaching with software (Maple). This study is the result of an almost experimental research conducted with students of Civil Engineering from a private institution of Higher Education in Curitiba, Paraná State, Brazil, chosen by convenience. There was a proposed Extension Course, with the contents of affine and quadratic functions, for which registration were applied by expression of interest of the student, and therefore does not constitute a random sample and has no control group. The quasi-experiment were divided into two phases and, at the first of them, students were given traditional lessons - with the use of the blackboard - developing three lists of exercises and, at the end, a test. In the second phase, the same students attended new classes with the use of the Maple software (chosen by convenience), with identical content to that previously administered through blackboard, also being subjected to two lists of exercises and a test at the end. Finally, students responded to two self-administered questionnaires, one at the beginning of the first phase and another at the end of the second. Based on the comparative performance between the lists and tests between phases 1 and 2, evidence have risen showing that the use of the software contributed to the improvement of the performance and understanding of the content. It is noteworthy, too, that the quantitative and qualitative data from questionnaires explicitly demonstrated that students perceived the benefits of adopting the software, even among those who initially indicated a preference for the use of the blackboard. The consensus among the students studied is that the ideal class would be one that combine the use of blackboard and software.

Keywords: Teaching and Learning, Higher Education, Maple, Software, Technology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – RELAÇÃO DA PESQUISA COM O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO .....	16
FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO .....	21
FIGURA 3 – EVOLUÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA .....	27
FIGURA 4 – INTERFACE DO CURVE EXPERT .....	28
FIGURA 5 – INTERFACE DO GRAPHMATICA .....	29
FIGURA 6 – EXEMPLO DE TELA DO MAPLESOFT .....	30
FIGURA 7 – TELA INICIAL DO MAPLE 18.0 .....	31
FIGURA 8 – RESULTADO GRÁFICO DE UMA FUNÇÃO AFIM .....	33
FIGURA 9 – PESQUISA DO ENSINO EM GERAL COM AUXILIO DO MAPLE E OUTROS SOFTWARE .....	35
GRÁFICO 1 – DADOS FAMILIARES GERAIS DOS CONCLUINTES (%) .....	50
GRÁFICO 2 – DADOS FAMILIARES QUANTO AO NÍVEL DE INSTRUÇÃO DOS CONCLUINTES (%) .....	51
GRÁFICO 3 – DADOS EDUCACIONAIS GERAIS DOS CONCLUINTES (%) .....	52
GRÁFICO 4 – RENDA EM NÚMERO DE SALÁRIOS MÍNIMOS DOS CONCLUINTES .....	52
GRÁFICO 5 – DADOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DOS CONCLUINTES (%) .....	53
GRÁFICO 6 – ACESSO AO ENSINO SUPERIOR DOS CONCLUINTES .....	53
GRÁFICO 7 – HÁBITOS DE ESTUDO DOS CONCLUINTES .....	55
GRÁFICO 8 – HORAS DE ESTUDO SEMANAIS DOS CONCLUINTES .....	55
GRÁFICO 9 – HISTOGRAMA E CURVA PADRONIZADA DO DESEMPENHO DOS CONCLUINTES NO PROCESSO TRADICIONAL .....	58



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 – VARIÁVEIS DE AVALIAÇÃO QUANTO AS PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS SOFTWARE DISPONÍVEIS .....	42
QUADRO 2 – CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES REALIZADAS NESTA PESQUISA .....	45
TABELA 1 – GÊNERO E IDADE DOS CONCLUINTES .....	49
TABELA 2 – MOTIVAÇÃO PARA ESCOLHA DO CURSO DE ENGENHARIA DOS CONCLUINTES .....	54
TABELA 3 – OBJETIVO COM O CURSO DE ENGENHARIA DOS CONCLUINTES .....	54
TABELA 4 – NOTAS DOS 15 ALUNOS CONCLUINTES .....	56
QUADRO 3 – DESEMPENHO DOS CONCLUINTES NOS PROCESSOS: TRADICIONAL E AUXILIADO POR TECNOLOGIA.....	57
QUADRO 4 – EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS CONCLUINTES COM MENORES NOTAS MÉDIAS.....	59
QUADRO 5 – COMPARATIVO DAS SIMILARIDADES DE PERFIL ENTRE OS ALUNOS 1 E 2.....	59
QUADRO 6 – PRINCIPAIS DISTINÇÕES ENTRE OS ALUNOS 1 E 2 .....	59
QUADRO 7 – INDICADORES SOBRE O USO DO SOFTWARE MAPLE PELOS CONCLUINTES .....	61
QUADRO 8 – PERCEPÇÃO DE MELHOR DESEMPENHO (%) – TOTAL DOS CONCLUINTES .....	61
QUADRO 9 – RELATO DA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM COM O SOFTWARE MAPLE PELOS CONCLUINTES .....	62

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	antes de Cristo
ARPANET	<i>Advanced Research Projects Agency Net</i>
CD	<i>Compact Disc</i>
d.C.	depois de Cristo
DVD	<i>Digital Versatile Disc</i>
EaD	Ensino à Distância
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
ENIAC	<i>Electronic Numeral Integrator Analyzer and Computer</i>
HP	<i>Hewlett Packard</i>
IBM	<i>International Business Machine</i>
IES	Instituição(ões) de Ensino Superior
KB	KiloBytes
KW	KiloWatts
MB	MegaBytes
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
ROM	<i>Read Only Memory</i>
RMIT	<i>Royal Melbourne Institute of Technology</i>
SSI	<i>Small Scale Integration</i>
TI	<i>Texas Instruments</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNIVAC-	<i>Universal Automatic Computer</i>
USB Flash	<i>Universal Serial Bus Flash</i>
VLSI	<i>Very Large Scale Integration</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	13
1.2	OBJETIVOS.....	13
1.2.1	Objetivo Geral.....	13
1.2.2	Objetivos Específicos.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3.1	Acadêmica.....	14
1.3.2	Tecnológica.....	14
1.3.3	Social e Econômica.....	15
1.3.4	Relação com o Programa de Pós-Graduação.....	15
1.4	ESTRUTURA DA PESQUISA.....	16
<b>2</b>	<b>TECNOLOGIA APLICADA AO ENSINO DE CALCULO NA ENGENHARIA.....</b>	<b>18</b>
2.1	HISTÓRIA DAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO.....	18
2.2	HISTÓRIA DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL.....	22
2.3	TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA.....	25
2.4	PROGRAMAS PARA ENSINO DE MATEMÁTICA.....	28
2.5	O MAPLE NO ENSINO DE CÁLCULO.....	34
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>41</b>
3.1	PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL.....	41
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	43
3.3	FASES DA PESQUISA.....	43
3.4	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS.....	46
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>47</b>
4.1	NARRATIVA DA PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL.....	47
4.2	PERFIL DOS INSCRITOS.....	48
4.3	DADOS DOS CONCLUINTES.....	49
4.4	DESEMPENHO GERAL DOS CONCLUINTES.....	56
4.5	EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS CONCLUINTES COM MENORES NOTAS NO PROCESSO TRADICIONAL.....	57

4.6	AVALIAÇÕES DO USO DO SOFTWARE MAPLE NESTA PESQUISA..	60
4.6.1	Indicadores Quantitativos.....	60
4.6.2	Indicadores Qualitativos.....	61
4.7	SINTESE CONCLUSIVA.....	63
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL.....	74
	APÊNDICE B – CONCEITO DE FUNÇÕES.....	75
	APÊNDICE C – AULA SOBRE FUNÇÃO AFIM.....	77
	APÊNDICE D – AULA SOBRE FUNÇÃO QUADRÁTICA.....	79
	APÊNDICE E – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÕES - LISTA 1.....	81
	APÊNDICE F – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO AFIM – PROCESSO TRADICIONAL - LISTA 2.....	82
	APÊNDICE G – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA – PROCESSO TRADICIONAL - LISTA 3.....	83
	APÊNDICE H – PROVA DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO DE FUNÇÃO AFIM E FUNÇÃO QUADRÁTICA - PROCESSO TRADICIONAL.....	85
	APÊNDICE I – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO AFIM – COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA - LISTA 4.....	85
	APÊNDICE J – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO QUADRÁTICA – COM AUXÍLIO DA TECNOLOGIA - LISTA 5.....	86
	APÊNDICE K - PROVA DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: FUNÇÃO AFIM E FUNÇÃO QUADRÁTICA COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA (SOFTWARE – MAPLE).....	87
	APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO FINAL: QUADRO NEGRO E SOFTWARE MAPLE.....	88
	APÊNDICE M – NOTA DOS ALUNOS NO PROCESSO DA PESQUISA .....	89
	APÊNDICE N – QUADRO DAS FOTOS DAS AULAS.....	90
	APÊNDICE O – LEVANTAMENTO DOS SOFTWARE PARA MATEMÁTICA.....	91

## 1 INTRODUÇÃO

A humanidade, desde os seus primórdios, tem evoluído em passos às vezes pequenos, noutras vezes em grandes saltos, desde, possivelmente o primeiro grande salto tecnológico, o domínio do fogo, até as tecnologias atuais, nas quais prevalece o computador (COLOGNA *et al.*, 1996), passando pelo que foi “Um pequeno passo para um homem, um salto gigantesco para a humanidade” (GALOPIM, 2009), frase proferida pelo primeiro ser humano a pisar o solo lunar, em 20 de julho de 1969, graças ao desenvolvimento tecnológico já alcançado naquela segunda metade do século XX, há pouco mais de quatro décadas.

O desenvolvimento tecnológico tem, desde o início, afetado todas as áreas de atividade do ser humano e, portanto, o ensino não seria excluído, pois, apesar de um avanço mais lento em sua evolução, que em outras áreas, por séculos as técnicas de ensino permaneceram praticamente inalteradas, atendo-se ao falar/escutar/escrever, em determinado período histórico os avanços com relação às técnicas, métodos e materiais aplicados ao ensino foram, por sua vez, evoluindo, iniciando-se pela invenção da escrita, passando pela lousa ou tábua de pedra, até chegar ao quadro negro e o giz, tecnologias que permaneceram, por muito tempo, inalteradas. Porém, nas últimas décadas os avanços tecnológicos foram de tal monta que possivelmente sejam maiores do que os de toda a história conhecida. Estas mudanças afetam diretamente as relações sociais, de trabalho e, como não poderia deixar de ser, os processos de ensino/aprendizagem (VERASZTO *et al.*, 2011).

Nas últimas décadas do século XX, bem como no início do século XXI, as tecnologias como calculadoras gráficas e o computador tornaram-se ferramentas que tem proporcionado, ao professor e ao aluno, uma melhora na relação ensino/aprendizagem. E, com os computadores, programas específicos para o ensino têm sido desenvolvidos em larga escala no início deste milênio. Todo este conjunto de alta tecnologia é absorvido rapidamente pela sociedade e as instituições de ensino não podem ficar alheias a esse movimento, pois devem, também, usufruir destas possibilidades, oferecendo um ensino verdadeiramente voltado ao mercado de trabalho.

Portanto, a presente pesquisa leva em consideração a possibilidade de utilizar-se dessas inovações como apoio ao ensino, mormente no ensino da matemática nos cursos de engenharia, em geral ministrada como fazendo parte de disciplinas de nome genérico “Cálculo”.

## 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Parte-se do pressuposto que em pleno século XXI o uso de software no ensino-aprendizagem nas disciplinas é essencial. A principal questão de pesquisa a ser respondida pode ser descrita da seguinte forma: A utilização do software Maple<sup>©1</sup>, pelo professor, contribui para o aprendizado dos alunos do curso de extensão na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no curso de Engenharia Civil de uma Instituição de Ensino Superior Privada na Cidade de Curitiba em 2014?

## 1.2 OBJETIVOS

A problemática apresentada no item acima conduz aos objetivos da pesquisa dispostos a seguir.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo geral comparar o aprendizado usando as tecnologias aplicadas: ensino tradicional (quadro-negro) e ensino com software (Maple) no ensino de cálculo para alunos do Engenharia Civil de uma Instituição de Ensino Superior Privada de Curitiba.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral é desmembrado nos seguintes objetivos específicos:

- a) investigar na literatura experimentos sobre ensino de cálculo com auxílio de tecnologia;
- b) verificar o nível de conhecimento destes alunos no que se refere aos tópicos de função afim e quadrática;

---

<sup>1</sup> Maple é Marca Registrada da Waterloo Maple Corporation.

- c) investigar o nível de influência do uso do software no processo de ensino-aprendizagem destes alunos; e
- d) registrar como foi a experiência destes alunos com o uso do Software.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

#### 1.3.1 Acadêmica

O mundo acadêmico não pode estar alheio ao desenvolvimento tecnológico, pois é participante ativo dessa evolução e, como produtor de conhecimento e saberes, deve caminhar em par com toda e qualquer tecnologia surgente no mundo, sob pena de obsolescência. Por isso, se justifica este estudo sob o aspecto acadêmico, pois visa proporcionar mais uma fonte para futuros pesquisadores, discorrendo sobre as tecnologias que ensejaram o desenvolvimento do ensino das engenharias, contribuindo para com a produção de conhecimento através de pesquisa do que se aplica, em termos de tecnologia, com relação ao objeto da pesquisa dentro da delimitação estabelecida nesta pesquisa.

#### 1.3.2 Tecnológica

O desenvolvimento tecnológico, tendo como centro os computadores, permite que, na atualidade, se possa simular ambientes aos quais, antes destas tecnologias hoje disponíveis, seria impossível ao ser humano alcançar. Por exemplo, é possível simular profundidades marítimas difíceis de alcançar na prática; pode-se simular o desenvolvimento de um ser vivo, sem que para isso tenha-se que estar empenhado com a realidade deste ser, mas apenas recriar determinadas condições simuladas as quais podem ser alteradas a qualquer momento.

No ensino das engenharias, estas tecnologias propiciam simulações extremamente próximas das condições reais, não sendo necessário construir-se um objeto real, para exercício ou ensaio, pois o computador permite que se façam simulações e que essas simulações ofereçam condições, em tempo muito menor, sem custo de material e com outras tantas vantagens que não exigem as demandas dos testes reais. Pode-se simular, por exemplo, resistência de materiais, alterar temperaturas ambientais ou de trabalho de materiais, simular forças sobre

construções ou peças, e, enfim, cobrir, em tempo reduzido, qualquer possibilidade que se imaginar, o que justifica o sentido tecnológico desta pesquisa.

### **1.3.3 Social e Econômica**

A relevância social de um estado desta natureza se faz perceber pelos impactos que as tecnologias têm proporcionado naquele âmbito, pois, além de se ter tornado instrumento de trabalho, revolucionando esse mercado, aumenta a produtividade das empresas, torna custos mais baixos, e permite um potencial de comunicação sem precedentes, após o advento da internet.

Atualmente as empresas não sobrevivem sem as novas tecnologias, as quais têm como ferramenta privilegiada o computador, assim como este está presente em grande quantidade de lares, no mundo todo, o que faz com que, se não utilizado em casa, o ser humano o utiliza no trabalho, no banco ou em outras atividades que exerce diariamente.

Portanto, as tecnologias têm afetado, no decorrer do tempo, toda a sociedade, não excluindo nenhum segmento, o que faz pressupor que atinge também o ensino e, assim, o ensino das engenharias.

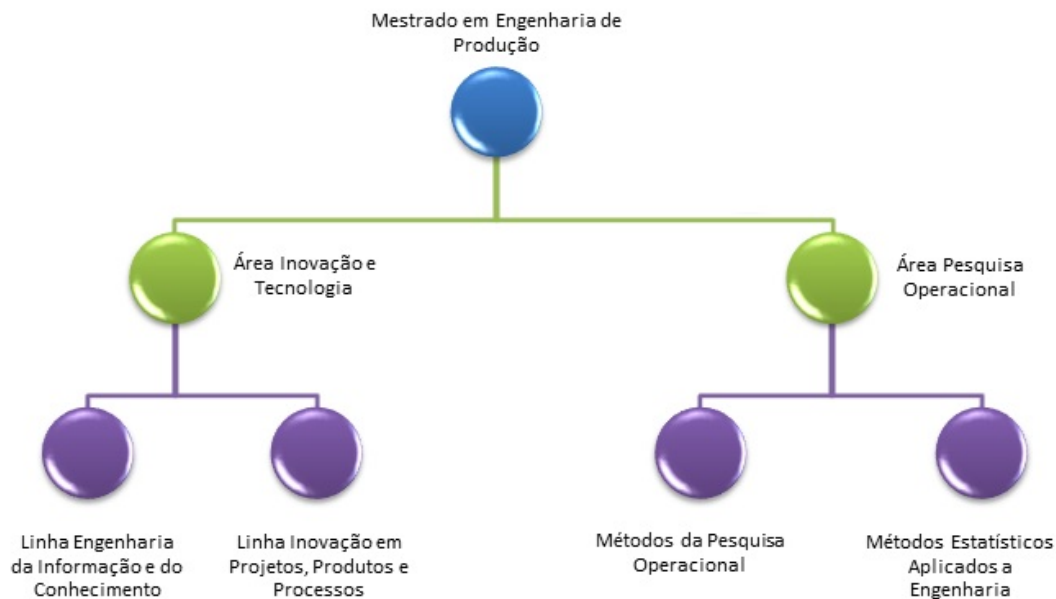
### **1.3.4 Relação com o Programa de Pós-Graduação**

A relação deste estudo com o Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná se evidencia por tratar da evolução nos processos tecnológicos no ensino da matemática nas engenharias, discorrendo, antes, sobre a evolução das tecnologias aplicadas ao ensino e, após, apresentando as tecnologias contemporâneas, como o computador, os sistemas de TIC aplicados ao ensino e, ao final, apresentando-se, em especial, um software específico para o ensino da matemática, aplicando-se este na pesquisa relacionada ao estudo.

A relação da pesquisa é mostrada na Figura 1 na medida em que trata da evolução da aplicação de tecnologias inovadoras, relacionando-se, portanto, à Engenharia da Produção na área de inovações tecnológicas, na linha de Engenharia da Informação e do Conhecimento.



FIGURA 1 – RELAÇÃO DA PESQUISA COM O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



Fonte: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (2014).

#### 1.4 ESTRUTURA DA PESQUISA

O presente documento se estrutura da seguinte forma:

O primeiro capítulo, a título introdutório, apresenta a bases nas quais se desenvolverá a pesquisa, apresentando a problematização e consequente tema que se abordou, assim como os objetivos que se espera atingir e justificando-se a escolha do referido tema.

No segundo capítulo apresenta-se a fundamentação teórica que dá fundamento à pesquisa, buscando-se evidenciar, através do tempo, de forma histórica, a evolução das tecnologias do ensino impulsionadas pelo desenvolvimento tecnológico, demonstrando-se as diversas fases pelas quais o ensino evoluiu em tecnologias e métodos e a disponibilidade de ferramentas que cada período proporcionava também os programas para ensino da matemática e as publicações científicas no Brasil e no Mundo do ensino com auxílio do Maple e de outros software.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia aplicada ao presente estudo em sua fundamentação teórica e a metodologia aplicada à pesquisa prática e avaliação

dos dados levantados. Também descreve suas fases e técnica de coleta dos dados envolvidos.

No quarto capítulo da pesquisa ocorre a apresentação, análise dos dados e resultados obtidos e os consequentes comentários.

O quinto capítulo abordar o conjunto de considerações finais fundamentadas nos resultados obtidos a partir da pesquisa.

Após estes capítulos, inserem-se as devidas referências bibliográficas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa, com a inserção dos créditos aos respectivos autores, finalizando com os apêndices.

## 2 TECNOLOGIA APLICADA AO ENSINO DE CÁLCULO NA ENGENHARIA

A expressão ensino superior estende seu sentido além do que se pode definir por ensino do terceiro grau. Entretanto, como o ensino em geral, no Brasil, tem seus problemas de toda ordem e, dentre eles, as questões da aplicação imediata das tecnologias, proporcionando certa defasagem com relação ao avanço dessas tecnologias e dos mercados. Todavia, a história do ensino superior apresenta uma evolução, pois, assim não fora, estaria completamente estagnado no tempo, o que não ocorre.

Neste capítulo discutem-se as questões da história das tecnologias aplicadas ao ensino superior e mais especificamente aplicada ao ensino de engenharia. Dentro deste contexto o item a seguir detalha a história das tecnologias aplicadas ao ensino.

### 2.1 HISTÓRIA DAS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO

A história da evolução humana está diretamente ligada ao desenvolvimento tecnológico, seja em termos das tecnologias primitivas, como o domínio do fogo e invenção da roda, por exemplo; seja das mais atuais, como Colisor de Hádrons ou computadores quânticos e, em especial, nas últimas décadas do século XX e início do século XXI (COLOGNA *et al.*, 1996; JOSÉ; PIQUEIRA; LOPES, 2013).

Essa evolução tecnológica afetou todas as áreas de atuação humana, desde o preparo do próprio alimento, até as viagens espaciais e, o ensino, naturalmente, não poderia alijar-se da absorção das tecnologias novas que, no decorrer do tempo, surgiam.

Tempo houve na pré-história, possivelmente, em que o ser humano transmitia o conhecimento para as gerações posteriores de modo verbal, pois não dispunha de uma linguagem escrita. Semelhantemente, segundo Valente (2009), há cerca de 40 mil anos, a arte rupestre, representando cenas do cotidiano, animais e figuras possivelmente imaginárias, já se constituía um método de comunicar ideias graficamente.

Com a invenção dos símbolos alfabéticos, tornou-se possível manter um compêndio de ideias sobre um suporte material móvel, para que outros pudessem

dispor destas ideias, mesmo que sequer conhecessem o seu autor (DUARTE, 1998).

No entanto, os suportes materiais para a escrita, então, eram de difícil transporte e mesmo manuseio, pois eram pesados e incômodos. Posteriormente, a humanidade desenvolveu o papel e o pergaminho, então, mídias extremamente mais elaboradas em relação às anteriores, dando suporte à escrita e à preservação do conhecimento humano através do tempo (NISHIDA, 2011).

Inicialmente, os escritos eram feitos manualmente, por isso ditos manuscritos. Todavia, na senda da evolução, surge, em meados do século XV, uma máquina capaz de imprimir textos sobre papel, o que proporcionou um impulso de grande evidência à difusão de ideias impressas. Gutenberg criava a imprensa, o que agilizava, de forma radical, a forma de escrever e, portanto, avolumava a quantidade de obras que podiam ser produzidas (BURKE, 2002).

Como desdobramento, os livros e outros tipos de impressos passaram a ser os principais meios para a perpetuação do conhecimento. Porém, essa tecnologia permitia apenas que, cada pessoa, com seu livro, pudesse dispor do escrito, sendo necessário vários volumes de livros para que um grupo de pessoas pudessem acompanhar o mesmo conhecimento que era exposto por um mestre, em um contexto de sala de aula. Havia necessidade de se desenvolver tecnologias novas.

Tendo em vista essa necessidade, iniciou-se, para representações imediatas, a utilização, em tempo não definido, de suportes coletivos, ou seja, que eram propícios à visualização por parte de todos os alunos, como paredes e grandes superfícies de mármore, sobre a qual o mestre exprimia as ideias do discurso, demonstrando, com mensagens, desenhos e outras formas possíveis. Fazia-se uso, por exemplo, de carvão ou outro elemento com o qual fosse possível riscar a superfície e, posteriormente, apagar e reutilizar. Assim surgia um esboço do quadro negro, depois complementado pelo giz (EDUCAÇÃO EM DESTAQUE, 2013).

O quadro negro, por sua vez, vem gradualmente sendo substituído, em especial a partir da década de 1980, pela tecnologia que o segue, o chamado quadro branco (inventado em 1960), quadro magnético ou outros nomes que, ao final, definem um tipo de quadro que não mais exige giz, mas apenas uma caneta, do tipo pincel atômico, a qual contém uma tinta líquida que adere à superfície do quadro, mas é removível apenas com o passar de um pano seco, o que mantém, ainda, o apagador que, antes utilizado para o giz. Adiciona-se o benefício de que a

tinta, ao ser apagada do quadro branco, não libera poeira (que era prejudicial à saúde, em especial à do docente) (EDUCAÇÃO EM DESTAQUE, 2013).

Os computadores, inicialmente muito grandes e com limitada capacidade de armazenamento e processamento, tiveram um desenvolvimento considerável, a partir da década de 1950. Seu porte foi gradativamente sendo reduzido e incrementadas suas funcionalidades. Décadas depois, surgem os computadores pessoais, que dão acesso a este recurso para um número maior de empresas e para as pessoas físicas, o que antes estava disponível apenas a governos e pouquíssimas organizações (OLIVEIRA; ROCHA; BITTENCOURT, 2004; PIRES, 2011; SILVA, 2011).

Também a partir dos anos de 1980, novas tecnologias extremamente mais sofisticadas, apontaram no horizonte do ensino, com apoio do desenvolvimento da área da eletrônica, da comunicação e dos computadores, como, por exemplo, o projetor de *slides* e o retroprojetor (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ, 2011).

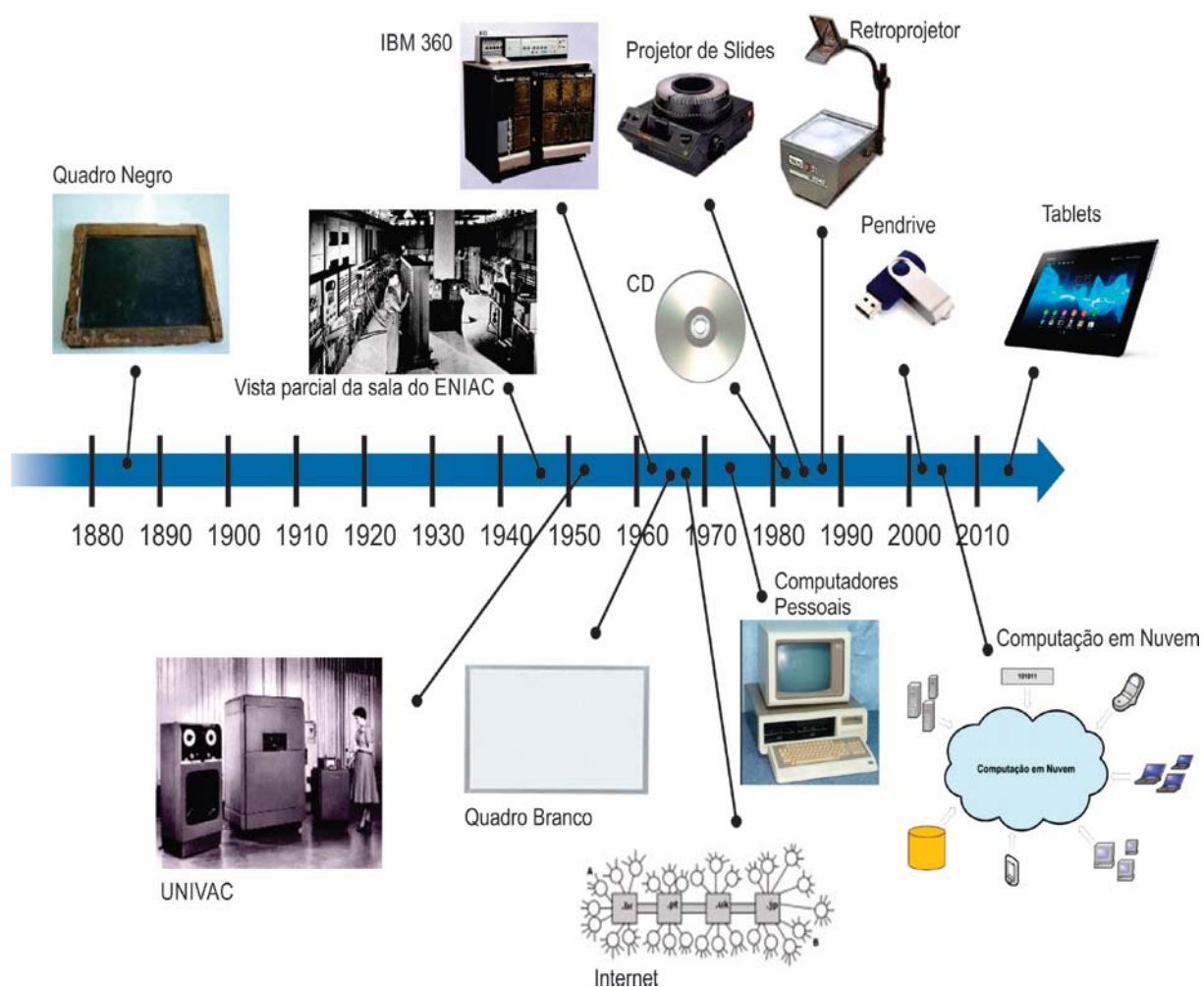
Semelhantemente, as mídias de armazenamento de dados sofreram exponenciais transformações ao longo das recentes décadas, evoluindo de fitas magnéticas para disquetes, CDs (discos compactos), *pendrives*, memória *flash* e, mais recentemente o armazenamento na nuvem (RUSSO, 2013).

Também a integração destes dispositivos em rede, em especial a internet, proporcionou um grande avanço no acesso e disponibilização do conhecimento ao redor do mundo, transpondo barreiras de distância e de países. Mais recentemente, grandes avanços têm sido alcançados na chamada computação em nuvem, na qual grande parte do processamento de dados não é mais feita no computador do usuário, mas em servidores remotos. O inicialmente jocoso termo “nas nuvens” faz referência ao que está longe, por parte do usuário, do local exato onde os dados estão sendo armazenados e processados (MORIMOTO, 2007).

Nesta segunda década do século XXI, foi de destaque a introdução dos *tablets*, caracterizados por telas sensíveis ao toque com grande potencial de processamento e armazenamento, que vem gradualmente substituindo funções antes exclusivas dos computadores pessoais. Alguns cursos superiores de Ensino à Distância (EaD) oferecem esses dispositivos gratuitamente aos seus discentes (ESTÁCIO, 2014).

Na Figura 2, observa-se a apresentação gráfica da Evolução das principais tecnologias aplicadas ao ensino. Em seguida, será tratado sobre o referencial teórico dos aspectos históricos do Cálculo Diferencial e Integral, desde suas origens na Grécia antiga até seu ensino e aplicação na atualidade.

Figura 2 – EVOLUÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO



Fonte: O Autor (2014).

## 2.2 HISTÓRIA DO CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

A indisponibilidade de ferramentas mais eficientes para cálculo era sentida na antiga Grécia, como, por exemplo, no segundo século d.C., Ptolomeu buscava, na sua obra *Síntese Matemática*, formular, matematicamente, a evolução dos astros conhecidos, no céu. Aplicava, ao modelo do céu, então deixado por Aristóteles, cálculos cujos resultados divergiam da realidade observada. O modelo de Aristóteles estabelecia formas perfeitas, tanto aos astros quanto às suas respectivas órbitas, as quais seriam, de acordo com o modelo, perfeitamente circulares. O círculo perfeito seria a única forma que, pelo pensamento de então, era a mais adequada à perfeição do céu. Porém, a observação direta, demonstrava formas orbitais que não se poderiam qualificar de círculos perfeitos. Isso era atribuído, então, à ilusão da observação. Ptolomeu, apoiado na geometria, estabeleceu uma conjugação entre o movimento observado e as órbitas circulares consideradas nos cálculos, aproximando as últimas das primeiras (VARGAS, 1996).

No Período Clássico, Arquimedes aplicava o cálculo pelo método da exaustão, para solucionar problemas de volume e área, pois não se conhecia outra formulação mais precisa para fazê-lo. Assim como Ptolomeu e Euclides, além do próprio Arquimedes, buscavam, no pensamento grego legado por outros pensadores anteriores, os fundamentos para as soluções dos problemas propostos, pensamento esse que propugnava por ser o infinito sobreposto pelo finito e a dinâmica ser preterida pela geometria e a estática. Assim como estes, outros cientistas vieram na idade média, que contribuíram para com a atual fase do cálculo, como Galileu Galilei, Johannes Kepler, Eratóstenes e, estes, em um período estigmatizado no qual ousar à ciência, era desafiar o poder maior da religião, que impingia castigos horrendos aos *hereses*, que desafiavam as leis de Deus, como por exemplo, afirmar que o planeta terra, tinha forma arredondada (CARVALHO; D'OTTAVIANO, 2012).

Reencontraremos, um pouco à frente, as mônadas de Leibniz e os infinitésimos de Newton, mais uma vez sob motivação dos fenômenos naturais e dos desafios lógicos, matemáticos e filosóficos, cujas discussões movimentavam as universidades mais tradicionais da Europa, como a Universidade de Cambridge. A física de Newton dependeria essencialmente do Cálculo Infinitesimal, com o qual participaria da consolidação da nova ciência, moldada por Galileu. (CARVALHO; D'OTTAVIANO, 2012, p. 984).

Entretanto, após Ptolomeu ainda se passaram séculos até que cálculos daquela complexidade pudessem ser realizados com maior eficiência. Somente com a geometria analítica de Descartes, na primeira metade do século XVII e do cálculo diferencial e integral, oferecidos por Newton e Leibniz, é que tais problemas obtiveram maiores possibilidade de solução (VARGAS, 1996).

Nos anos finais do século XVII, os matemáticos envolviam-se em cálculos que diziam respeito aos problemas envolvendo volume, valores máximos e valores mínimos, centros de gravidade, área, longitudes, velocidade instantânea e muitos outros. Gottfried Wilhelm Leibniz que apresentara quase que em concomitância temporal com Isaac Newton, uma então nova forma de se obter resultado matemáticos, que, inicialmente, era mais aplicado à geometria, proporcionaram maior facilidade e agilidade aos cálculos necessários que ocupavam aqueles matemáticos. Inicialmente estes cálculos foram desenvolvidos com o objetivo principal de solucionar problemas relativos à física, entretanto a flexibilidade permitida levou-os a praticamente todas as áreas de estudo, se estabelecendo sua aplicação na física nuclear, por exemplo, para o cálculo e observação de partículas que compõem o átomo, até aos cálculos necessários para o envio de três naves espaciais ao cosmo (RENZ, 2008).

No Século passado, o cálculo diferencial e integral é utilizado, por exemplo, em cálculos de juros, simples ou compostos, quando, por determinado tempo há incidência de juros sobre capital e juros gerados por este. Ainda para cálculos de Valor Presente, Valor Futuro, juro exato, e muitos outros. Tais cálculos, na área financeira, são feitos aplicando-se inteiramente o cálculo diferencial e integral (ARANHA, 1991).

Percebe-se sua importância na área da química, pelo que asseveram Kato e Bellini.

O Cálculo constitui-se em uma das disciplinas que compõem o núcleo básico dos cursos de Ciências Biológicas. Seu objetivo, na formação do biólogo, é o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico e a utilização dos conceitos fundamentais do Cálculo com ênfase nas aplicações biológicas. Nesse sentido, esta disciplina deve oferecer, aos estudantes, subsídios matemáticos para o estudo analítico dos fenômenos biológicos, proporcionar condições para a formulação e interpretação crítica de modelos matemáticos adequados aos dados observados e, sobretudo, incentivar a aplicação de modelos matemáticos para fenômenos biológicos, como, por exemplo, da dinâmica de populações na ecologia. (KATO; BELLINI, 2009).



Largamente utilizado nas áreas concernentes à estatística, o cálculo diferencial e integral é aplicado a um grande número de estudos sobre dados coletados que compõem qualquer pesquisa quantitativa (SILVA; LOBOS, 2013).

Com relação ao ensino do cálculo, Mello e Mello (2003), chamam a atenção para o fato de, possivelmente como o ensino em geral, ter passado por muitas alterações, na intenção de buscar, cada vez mais, formas de melhorar este ensino. No entanto, segundo os autores, a manutenção do método pelo exercício repetido é patente no ensino do cálculo e as mudanças são efetivadas com base na preconcepção de ideias em relação a este ensino, gerando, algumas vezes, resultados que se opõem aos esperados.

Pesquisas buscam detectar e solucionar os problemas mais prementes, considerando os pontos mais sensíveis em relação aos alunos com a disciplina de cálculo diferencial e integral. São pesquisas efetuadas em sala de aula que visam, acima de tudo a solução para um problema que parece tornar-se mais crucial a medida que o tempo passa (NASCIMENTO, 2000).

As disciplinas de Matemática, em particular as de Cálculo Diferencial e Integral, apesar de abordarem conteúdos importantes e atuais, ainda preservam a característica de serem consideradas, em geral, as que apresentam as maiores dificuldades de aprendizagem para alunos do Ensino Superior. No caso de cursos de Engenharia, em que estas disciplinas se encontram nos primeiros semestres das grades curriculares, elas acabam, muitas vezes, por serem responsáveis pelos altos índices de reprovação e evasão observados historicamente. Cabe, então, a seguinte reflexão: que estratégias podem ser utilizadas para auxiliar os alunos de Cálculo em suas dificuldades? (MÜLLER; GONÇALVES; MÜLLER, 2013).

Vista a importância do cálculo diferencial e integral nas mais diversas áreas de atuação humana e as avaliações contemporâneas nos estudos de Araújo e Moreira (2005), concluindo pelo aproveitamento dos alunos, que, segundo estes mesmos autores, poderia ser maior, ainda se busca razões para tal no início da formação matemática destes mesmos alunos, nos níveis pré-universitários, nos quais não foi suficiente o desenvolvimento do raciocínio matemático, não lhes sendo possível absorver os conceitos de abstração, atendo-se, desde o básico, às técnicas mas sem a perfeita compreensão dos conceitos.

Estes fatos se aliam ao surgimento das ferramentas de apoio tecnológico para uso no ensino do cálculo, objeto da narrativa do item a seguir, que explora aspectos históricos e contemporâneos do tema.

### 2.3 TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA

No decorrer da história, o ensino superior por muito tempo não contou com tantas tecnologias de apoio, pois, até certo período o quadro negro e o giz, para esta área em específico, foram sempre as tecnologias dominantes, sendo seguidas por algum desenvolvimento que proporcionou apoio, sem, no entanto, diferir muito daquelas técnicas. Entretanto, alguns saltos evolutivos de importância foram registrados.

A régua de cálculo, instrumento que foi desenvolvido no século XVII, por William Oughtred, contribuiu na área de cálculo, pois tornava a capacidade de resposta mais ágil. Embora, houvesse certa dificuldade em estabelecer precisão ao instrumento, pois as medidas das divisões eram de difícil mensuração, depois de certo grau de precisão (CORDEIRO *et al.*, 2013). No ensino brasileiro, ela somente foi introduzida no século XX (TORRES; GIRAFFA, 2009).

A régua de cálculo esteve presente no ensino entre de 1960-1970, quando foram, substituídas pelas calculadoras eletrônicas, tendência tecnológica de então, cujos custos já se tornavam mais acessíveis (CORDEIRO *et al.*, 2013).

Na década de 1970, mais especificamente em 1972, a *Hewlett Packard*, lançava no mercado mundial a primeira calculadora com funções científicas, a HP-35 (RICKER, 2007). Seu teclado apresentava funções que antes não eram disponíveis nas calculadoras, que antes efetuavam apenas as operações matemáticas elementares. O modelo permaneceu até 2007, quando foi lançada a HP-35s, finalizando, então, a produção desta calculadora.

Outros modelos, mais avançados e, conseqüentemente apresentando mais recursos, foram lançados. Até mesmo modelos que calculavam e produziam funções gráficas, apresentando as curvas, em um display, como o modelo HP-50g.

Essas calculadoras, mesmo com o advento das potencialidades dos computadores, ainda são largamente utilizadas no ensino e na prática das engenharias, assim como em outras áreas.

Alley *et al.* (1997) destacam que a vantagem desses instrumentos é que, sendo reduzidos em relação aos computadores, são mais facilmente transportáveis e, no que diz respeito aos cálculos, contam com recursos suficientes para proporcionar precisão e todos os cálculos que se fazem necessários, pois muitas destas calculadoras são programáveis, como, por exemplo, a TI-92, da Texas Instruments<sup>2</sup>, desenvolvida em colaboração com a Universidade Francesa Joseph Fourier e outros colaboradores, em 1992 (ALLEY *et al.*, 1997), sendo ainda usada.

A evolução do computador, principalmente nas últimas décadas, trouxe a possibilidade de utilização de programas mais complexos e, portanto, com mais recursos. Isto é dado pelo aumento da capacidade de processamento e armazenamento como pode ser observado, por exemplo, comparando-se os recursos de modelos como IBM 5150 (década de 80), o Packard Bell 486SX2-50 (anos 90) e o Dell Inspiron 23 5000 (década de 2010).

Esse desenvolvimento de recursos, permitiu, cada vez mais, a utilização de programas mais e mais sofisticados e completos, atingindo também a matemática e, por consequência, também a engenharia. Muitos programas foram desenvolvidos para cálculo e para o ensino da matemática em geral, como, por exemplo, os mostrados no Apêndice O, os quais são apenas alguns dos muitos existentes.

Na primeira década do Terceiro Milênio, iniciaram-se estudos voltados para a educação em matemática utilizando-se a rede mundial de computadores, focados inicialmente para as possibilidades de cursos à distância, via computador, tendo um intenso desenvolvimento a partir da primeira metade daquela década (SANT'ANA; AMARAL; BORBA, 2012).

Sant'Ana; Amaral; Borba (2012), em seu estudo referente à participação de professores, a partir do ano de 2004, em cursos específicos de software voltado ao ensino da matemática e à sua aplicação, obtendo, como resultado, que, apesar de certa quantidade de desistências, durante os cursos, um percentual considerável concluiu e aplicou, posteriormente, os conhecimentos adquiridos nesses cursos, proporcionando, aos seus alunos, a utilização de ferramenta de software para matemática.

Decorre daí a ideia de que o professor, para que se estabeleça um aprendizado, por parte do aluno, com relação ao uso das ferramentas

---

<sup>2</sup> Marca registra da Texas Instruments Corporation.

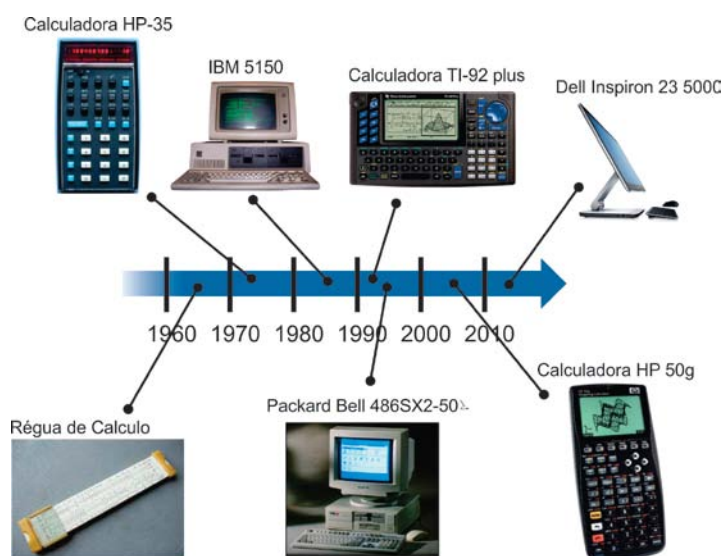
disponibilizadas pela tecnologia, precisa estar preparado para ensinar o aluno a bem fazer uso de tais ferramentas, preparando-se ele, professor, antecipadamente (SILVA, 2011).

Porém, não só programas para a utilização em sala de aula, no intuito de desenvolver o aprendizado, foram desenvolvidos, mas cursos inteiros são oferecidos por meio da internet, em plataformas de alta interatividade, como é o caso, por exemplo, da plataforma Moodle, disponível para inúmeros cursos à distância (SABBATINI, 2010).

O Moodle é uma plataforma baseada em software livre, ou seja, é disponibilizada gratuitamente na internet e utilizada, em escolas, incluindo universidades privadas e públicas, para o ensino presencial e Ensino à Distância (EaD), o que evidencia o advento das ferramentas a partir desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (CENTRO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2012).

Na Figura 3 observa-se a apresentação gráfica da Evolução das principais tecnologias aplicadas ao ensino Superior de Engenharia.

FIGURA 3 – EVOLUÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS APLICADAS AO ENSINO SUPERIOR DE ENGENHARIA



Fonte: O Autor (2014).

A seguir, serão tratados sobre os programas para ensino da matemática.

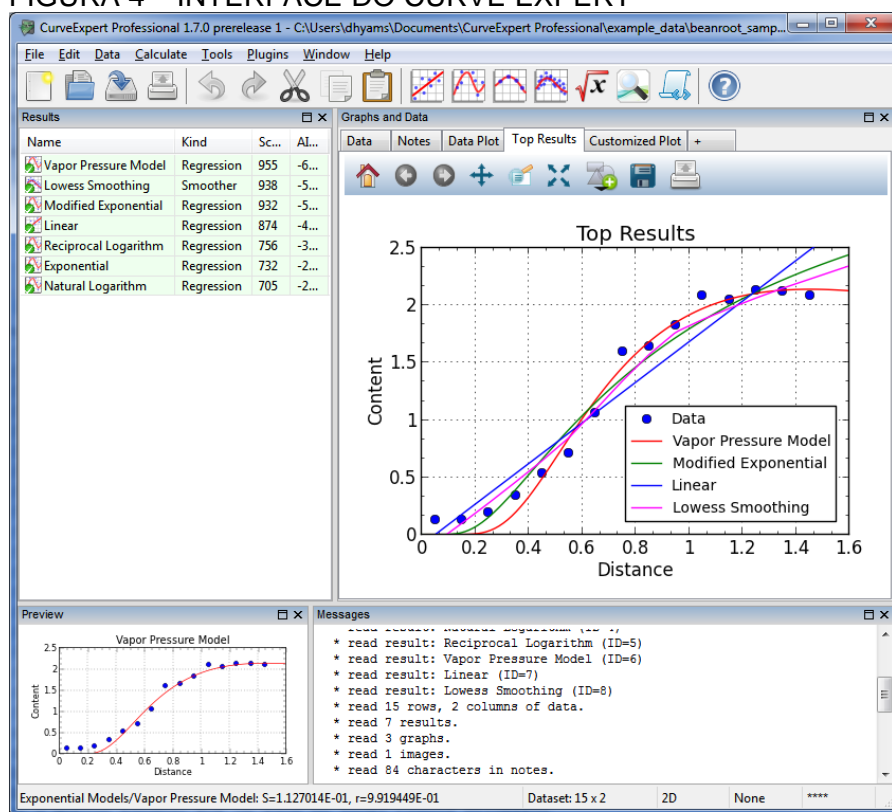
## 2.4 PROGRAMAS PARA ENSINO DE MATEMÁTICA

Há muita disponibilidade de software para ensino da matemática na internet, desde programas pagos até software pelos quais o usuário não paga. Mesmo os pagos têm as chamadas versões demo, ou de demonstração, as quais limitam as aplicações ou o tempo de utilização, para que o usuário utilize e, se julgarem que são úteis, então comprar a versão completa (EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA, 2014).

Dentre esses programas oferecidos, existem alguns específicos, como, por exemplo, para o ensino da geometria, funções e alguns recreativos (EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA, 2014a).

Dentre os programas livres, ou seja, os quais podem ser adquiridos sem nenhum custo, pode-se citar: CURVE EXPERT - “É um software que ajusta curvas em conjunto de pontos no plano por exemplo, coleta de dados numéricos, via modelos de regressão-linear e não-linear, e diferentes interpolações.” (EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA, 2014b) (Figura 4).

FIGURA 4 – INTERFACE DO CURVE EXPERT

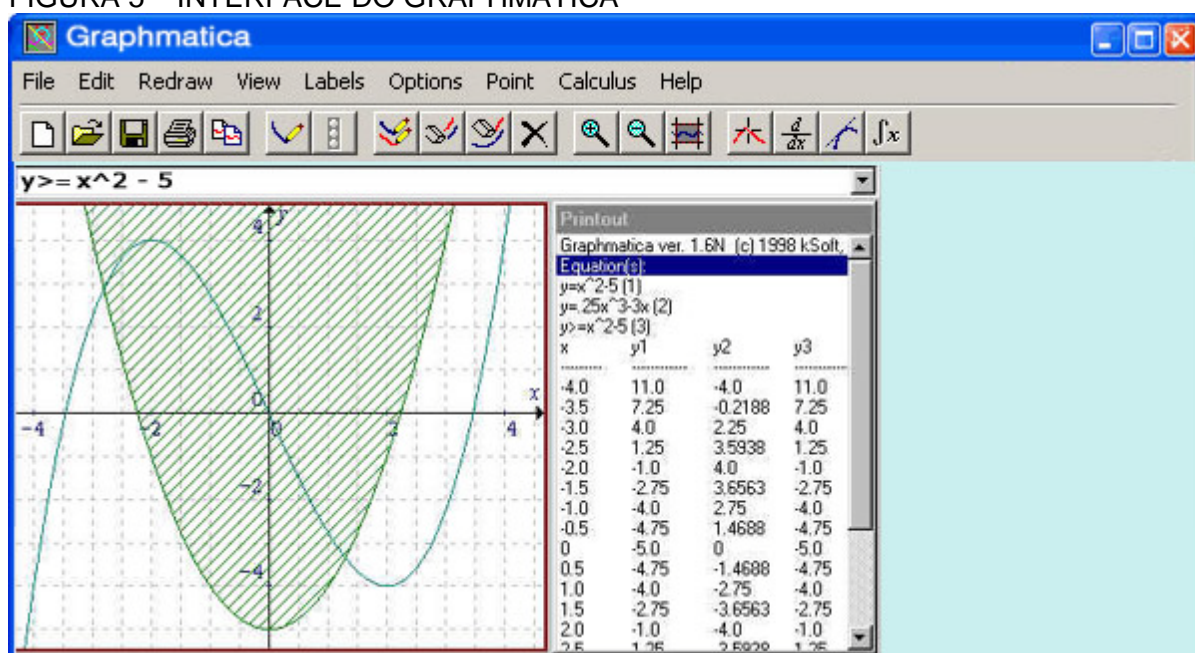


Fonte: Educação Matemática e Tecnologia Informática (2014b).

A instalação e acesso para download é no link <<http://s91928265.onlinehome.us/curveexpert/downloads/cxptw138.zip>>. O programa, a partir dos valores definidos para x e y, plota os referidos pontos e traça a curva correspondente (EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA, 2014b).

Na Figura 5 tem-se a interface do GRAPHMATICA que permite trabalhar na construção de gráficos com coordenadas em escalas logarítmicas, polares e cartesianas (EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA, 2014b).

FIGURA 5 – INTERFACE DO GRAPHMATICA



Fonte: Educação Matemática e Tecnologia Informática (2014c).

Os programas apresentados são apenas exemplos, dentre tantos outros disponíveis. O desenvolvimento tecnológico oferece, ao professor, a possibilidade de, tendo familiaridade com os programas disponíveis, otimizar e dinamizar as aulas.

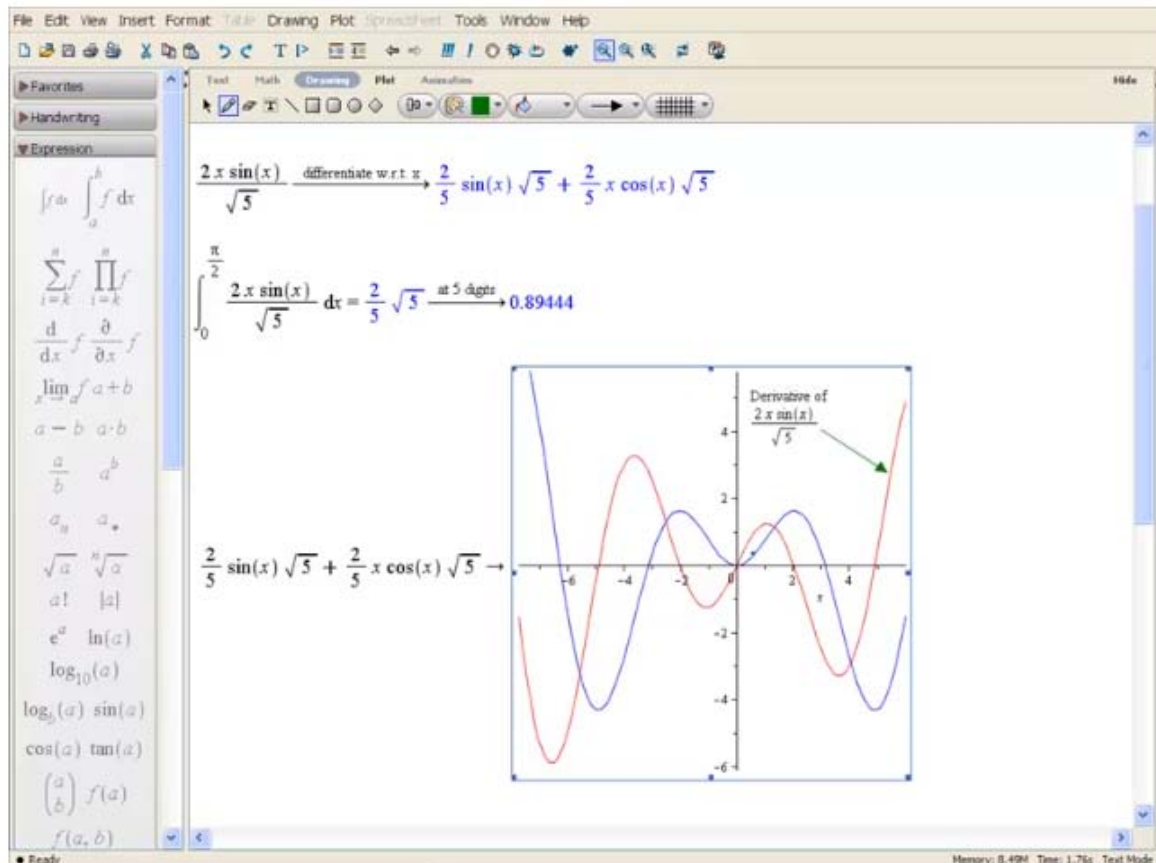
O Maplesoft<sup>3</sup> criado na década de 1980, por Gastón Gonnet e Keith Geddes, na Waterloo University, para aplicação em computação algébrica, que trabalha com valores e símbolos algébricos. Para o trabalho com valores numéricos, se torna similar a linguagens como o C e o Fortran, linguagens potencial para cálculos. Além disso, é preciso esclarecer que o Maple, na verdade, é uma

<sup>3</sup> Maple software é Marca Registrada da Waterloo Maple Corporation.

plataforma, que pode ser operada em tempo real ou programada. Ferramenta que dispõe de uma linguagem própria, o que permite, então, o desenvolvimento de programas específicos, os quais podem ser definidos pelo utilizador, desde que este conte com conhecimentos de programação e conheça a linguagem da plataforma em questão (SASSE, 2013).

Na Figura 6 observa-se que a tela se assemelha ao que se viu da calculadora TI-92, uma das predecessoras dessa tecnologia, porém, com incontável vantagem em muitos sentidos, como, por exemplo, capacidade de armazenamento, velocidade de processamento e outros tantos recursos que podem ser adicionados ao computador, com relação às calculadoras.

FIGURA 6 – EXEMPLO DE TELA DO MAPLESOFT



Fonte: Maplesoft (2014).

De acordo com a Maplesoft ©, o software Maple, de código aberto, já disponibiliza mais de 2.300 versões. Conta com mais de 5.000 funções que permitem observar, analisar e solucionar problemas que envolvem a matemática. Utiliza uma linguagem própria que permite a programação, tornando-se



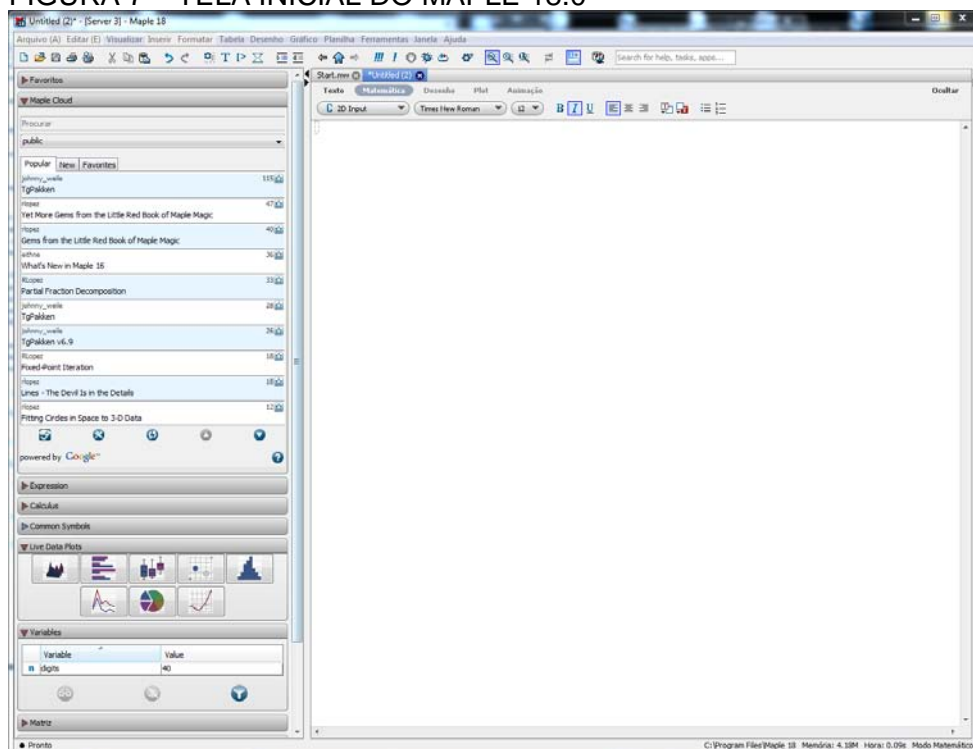
personalizado, de acordo com as tarefas mais executadas e as necessidades mais eminentes no dia a dia do estudante ou do profissional (MAPLESOFT®, 2014a).

[...] usuários do Ensino Médio, Universidade, Engenharias, Economia e quaisquer que usem a Matemática estão de frente com a oportunidade de trabalhar melhor, mais rápido e de forma mais inteligente e precisa. Participar de uma tecnologia a permitir que os professores e alunos se concentrem nos conceitos e não nos cálculos. Em português, o usuário poderá aproveitar plenamente as facilidades do software. Se concentrar nos conceitos, não no inglês, vivenciar o sentido da Matemática como Linguagem. Por exemplo, através do *Math Clickable* e Engenharia *Clickabe* o usuário ganha a iniciativa de participar da Matemática através do poder visual e da tecnologia ponto-e-clique. (MAPLESOFT, 2014b).

Pela descrição sucinta das características gerais do software, percebe-se a evolução oferecida pela tecnologia, a qual permite lidar-se com uma ferramenta de potencial que parece ser limitado apenas pela capacidade criativa do usuário.

O Maple, de forma geral, apresenta quatro setores de manipulação que pode ser utilizado para fins, em cálculo. A Figura 7 apresenta a interface que possibilita diferentes operações.

FIGURA 7 – TELA INICIAL DO MAPLE 18.0



Fonte: Maplesoft (2014).



Entretanto, há que se respeitar a sintaxe reconhecida pelo software. Isso evitará os erros que ocorrem porque o Maple, apesar de uma linguagem de programação própria simples, é uma linguagem de programação e requer sintaxe própria. Por exemplo:

$$f := \{4x + 6 = -1, 3y - 2z = 0, 2x + 3y - z = 7\}$$

A função  $f$  digitada pelo usuário é a variável que irá armazenar a equação. Como é uma variável, o usuário pode lhe atribuir o nome que desejar (NAGAMINE, 2001).

O resultado inicial de  $f$ , será compilado da seguinte forma:

$$\{4x + 6 = -1, 3y - 2z = 0, 2x + 3y - z = 7\}$$

Utilizando-se a função *solve* do resultado acima, como apresentado abaixo:

$$\text{solve}(\{4x + 6 = -1, 3y - 2z = 0, 2x + 3y - z = 7\})$$

Obtém-se o resultado das variáveis  $x, y, z$ , mostrado a seguir:

$$\left\{ x = -\frac{7}{4}, y = 7, z = \frac{21}{2} \right\}$$

Aplicando-se, ainda, sobre o resultado de *solve*, a função *evalf*, como apresentado abaixo:

$$\text{evalf}\left(\left\{ x = -\frac{7}{4}, y = 7, z = \frac{21}{2} \right\}\right)$$

Obtém-se a transformação do resultado das variáveis  $x, y, z$  da forma fracionária para a forma decimal, como se observa abaixo:

$$\{x = -1.750000000, y = 7., z = 10.50000000\}$$

Para representar graficamente uma função, basta descrever a função, pressionar a tecla *enter*, assim a função será compilada, aplicar a função de programa *plot* como se observa a seguir:

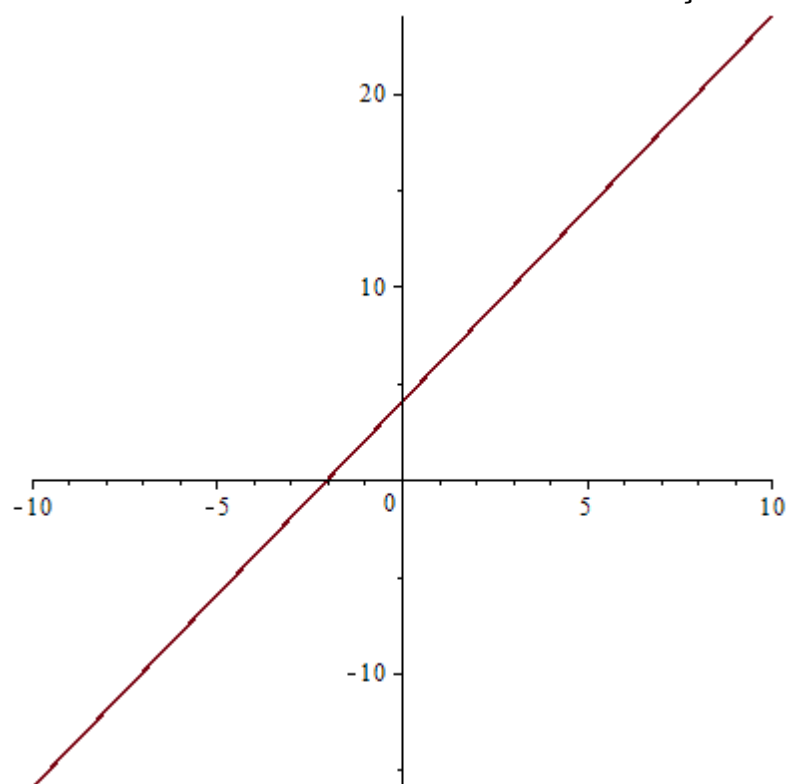
$$f := x \rightarrow 2x + 4;$$

$$x \rightarrow 2x + 4$$

$$\text{plot}(f);$$

Ao finalizar a digitação da linha *plot*, deve-se pressionar novamente a tecla *enter* para que o gráfico seja mostrado, como se vê na Figura 8.

FIGURA 8 – RESULTADO GRÁFICO DE UMA FUNÇÃO AFIM



Fonte: O Autor (2014).

Esse é um exemplo da utilização das funções de programa mais elementar, pois há outras funções de programação disponíveis no Maple.

No Apêndice O tem-se ainda outros programas encontrados que demonstram que existe uma oferta aplicada ao ensino de cálculo da engenharia.

## 2.5 O MAPLE NO ENSINO DE CÁLCULO

A revisão bibliográfica de publicações científicas recentes sobre o tema permitiu a identificação de um significativo número de estudos sobre o uso do Software *Maple* no ensino e em especial no ensino de Cálculo no Brasil, com especial concentração no Estado de São Paulo, e no mundo. A Figura 9, a seguir, resgata as pesquisas identificadas:

FIGURA 9 – PESQUISA DO ENSINO COM AUXÍLIO DO MAPLE E OUTROS SOFTWARE



**Legenda:**

1) Røyrvik, Noruega: 2001	5) Zuzana e Jiri, Rep. Tcheca: 2006	9) Kovacheva, Bulgária: 2007	13) Pražák, Rep. Tcheca: 2008	17) Souza e Assis, Goiânia: 2011	21) Salleh e Zakaria, Malásia: 2012b	25) Nascimento et al, Curitiba: 2013
2) Escher et. al, São Paulo: 2006	6) Kurz e Middleton, EUA: 2006	10) Mallet, Austrália: 2007	14) Venter e Prinsloo, África do Sul 2011	18) Barros, Belo Horizonte: 2012	22) Raj, Emirados Árabes Unidos: 2012	26) Stewart, EUA: 2013.
3) Olímpio, Rio Claro: 2006	7) Henriques et. al, São Paulo: 2007	11) Kaiber e Renz, Venezuela: 2008	15) Sangoi et. al, Santa Maria: 2011	19) Richt et. al, São Paulo: 2012	23) Marin, Uberlândia: 2013	27) Zuzana e Jiri, Rep. Tcheca: 2013
4) Snarr e Gold, EUA: 2006	8) Khanshan, Portugal: 2007	12) Durante et. al, Itália: 2008	16) Marin e Penteado, São Paulo: 2011	20) Salleh e Zakaria, Malásia: 2012a	24) Richt e Farias, Rep. Dominicana: 2013	28) Blyth, Austrália: 2013

Fonte: O Autor (2014).

A seguir será apresentada uma breve síntese de cada uma destas pesquisas.

Røyrvik (2001), ao estudar o uso do Maple no curso de Engenharia Elétrica, salienta aspectos pedagógicos da adequada construção e encadeamento do conhecimento a ser ministrado com o uso do software.

Escher, Miskulin e Silva (2006) pesquisou o uso de TICs, em especial o software Maple, no ensino do Cálculo com alunos do primeiro ano do curso de Ciência da Computação da Unesp de Rio Claro-SP. As conclusões apontam para a concorrência das dificuldades dos discentes com o aprendizado do conteúdo que, segundo o autor, também ocorre com o processo tradicional, e as eventuais dificuldades com a operação da ferramenta como, por exemplo, no uso das sintaxes do código. Por fim, aponta a necessidade de conhecer-se e adaptar-se a aplicação das TICs à cultura docente para que se obtenha efetividade.

Olímpio Júnior (2006) defende que o uso de sistemas de computação no ensino de cálculo não pode ser tratado apenas como um “desejável complemento” sendo uma fundamental ferramenta para uma correta compreensão e aprendizado dos discentes.

Por sua vez, Snarr e Gold (2006) basearam sua pesquisa na aplicação do software Maple na área de economia, para fins de visualização e simulação dos efeitos nas políticas fiscais e monetárias. O experimento também explorou as consequências de um maior rigor matemático no desempenho dos estudantes.

Semelhantemente, Zuzana e Jiri (2006) estudou o uso do Maple para modelamento na área de economia, tendo sido identificados aprimoramentos pedagógicos significativos.

Kurz e Middleton (2006) desenvolveram uma análise do uso do software, dentre os quais o Maple, e seus efeitos na formação de professores. Já Henriques, Attie e Farias (2007) pesquisou aspectos de diferentes abordagens pedagógicas, em especial as teorias francesas, no estudo de integrais múltiplas com o uso do Maple. De modo similar aos outros estudos, os autores identificam as vantagens para o processo ensino-aprendizagem auxiliado pela TIC, conforme bem retratado na citação a seguir:

A utilização da perspectiva, que daria ao indivíduo um “conforto tridimensional” em um ambiente bidimensional, depende unicamente das suas habilidades em realizar o desenho. Assim, consideramos que essa é uma das causas pela qual uma utilização adequada de um ambiente computacional, como o Maple, pode ser de uma ajuda inegável. Ele pode permitir, enquanto instrumento, um controle sobre as variáveis visuais na interpretação global das propriedades da figura que o ambiente papel/lápis não permite com tanta facilidade. A possibilidade de utilizar vários registros e de saber efetuar conversões, para passar de um registro a outro, é mais delicada no ensino universitário, no qual as Integrais Múltiplas são ensinadas. (HENRIQUES; ATTIE; FARIAS, 2007).

Khanshan (2007) estudou o uso do software Maple no curso de Engenharia Elétrica, no caso específico na disciplina de Teoria dos Circuitos. Segundo o autor, o processo auxiliado pela tecnologia mostrou-se mais eficiente tanto para os estudantes quanto para os professores.

Kovacheva (2007) desenvolveu um estudo das contribuições do uso de software para a efetividade educacional, propondo a adoção do Maple pela Universidade Tecnológica de Varna e fazendo sugestões metodológicas e pedagógicas.

Mallet (2007) realizou um estudo de caso da aplicação do software Maple no tema de Sistema de Equações Lineares. Apesar de identificar benefícios gerais, o autor afirma que a falta de conhecimentos estatísticos por parte dos alunos, naquele caso concreto, foi um obstáculo ao sucesso pleno, sugerindo uma alternativa pedagógica diferente para ministrar o tema com o auxílio da tecnologia.

Durante, Durazzo e Trischitta (2008) demonstra em seu estudo que o uso da tecnologia no ensino de matemática melhora a postura do aluno em relação à disciplina bem como a compreensão do conteúdo. No entanto, chama a atenção para outros fatores ligados à fatores subjetivos e a constante transformação do objeto de estudo (os estudantes e professores) conforme trecho traduzido a seguir:

Em qualquer caso, deve considerar-se que o sucesso ou fracasso da tecnologia é mais dependente de fatores humanos e contextuais do que as aplicações desenvolvidas e muito depende do encaixe entre o design do aplicativo e a finalidade pretendida e meta a aprender. A pesquisa sobre a eficácia da tecnologia em uso educacional é generalizada e, em alguns casos, desapontante em termos de qualidade, mas é típico, uma vez que o sujeito do estudo é um alvo em movimento (DURANTE; DURAZZO; TRISCHITTA, 2008).

Pražák (2008) focou sua pesquisa em demonstrar como fazer uso das animações do Maple para o ensino de conceitos matemáticos, mais especificamente os tópicos de mínimo e máximo de funções de duas variáveis. O autor, no entanto, desenvolve uma proposição teórica não fundamentada em experimento concreto.

Kaiber e Renz (2008) desenvolveram estudos junto a acadêmicos dos cursos de Licenciatura em Matemática e Engenharias, identificando que o uso do software “motiva os alunos, possibilita um trabalho autônomo, aumentando o interesse e a participação, o que leva a uma melhor compreensão dos conteúdos.” Os autores ressaltam, no entanto, que uma conjuntura de fatores, e não só a disponibilização da ferramenta tecnológica, é fundamental para o real aprimoramento do processo ensino-aprendizagem na matemática.

Venter e Prinsloo (2011) avaliaram a relação, no ensino a distância da África do Sul, entre a adoção do software Maxima e o desempenho dos alunos. Os autores afirmam que ainda são necessários mais estudos para estabelecer esta relação e abordam fatores que interferem nesse conceito de relação direta entre essas variáveis.

Semelhantemente aos achados de Kaiber e Renz (2008), Sangoi, Isaia e Martins (2011) identificaram aspectos motivacionais nos discentes a partir da adoção do Software Maple permitindo, segundo os autores, um favorecimento ao aprendizado significativo, propondo o uso da ferramenta por meio de proposição de situações-problema.

Marin e Penteado (2011), ao também identificarem as vantagens do uso do software no ensino de Cálculo, ressaltam a necessidade da avaliação de quais conteúdo ou tópicos podem efetivamente tomar proveito do uso da tecnologia que, segundo os autores, não deve ser usado em todo o tempo, defendendo a conjugação dos processos: tradicional e auxiliado pela tecnologia.

Souza e Assis (2011) identificam o uso do software Maple no Ensino de Cálculo como positivo para a motivação dos alunos, em especial argumentando uma maior sensação de prazer, por parte do discente, por conta de uma melhor compreensão do conteúdo ministrado.

Semelhantemente, Richt *et al.* (2011) também retrata, ao pesquisar o ensino cálculo aos alunos do curso de Geologia, os mesmos resultados já citados em outros estudos: maior motivação, mais interesse e melhor aprendizado com o uso de software em relação ao processo tradicional.

Por sua vez, Barros (2012) argumenta que o processo tradicional de ensino de Equações Diferenciais no Ensino Superior faz excessivo uso de um enfoque algébrico e de um ensino-aprendizagem mecanicista, com pouco desenvolvimento da capacidade interpretativa. Segundo o autor, o uso do software permite uma abordagem mais geométrica e conceitual, permitindo “compreender qualitativamente o comportamento da solução”. No entanto, Barros também identificou a necessidade de um maior tempo de preparação das aulas por parte do docente e de um período de adaptação dos alunos a uma abordagem didática distinta, que requer do discente uma participação mais ativa no processo ensino-aprendizagem, baseado em situações-problema.

Salleh e Zakaria (2012) desenvolveram uma pesquisa experimental na qual estudantes de Cálculo foram divididos em dois grupos, sendo que em um deles foi integrado o uso do software e no outro foi mantida a metodologia tradicional. Os autores identificaram uma significativa melhora do desempenho dos estudantes que tiveram as aulas auxiliadas pelo Maple, com uma diferença de 33,1% no comparativo com aqueles que foram submetidos ao processo tradicional. Estes mesmos autores, também no ano de 2012, efetuaram uma segunda publicação na qual demonstram e debatem as percepções destes alunos, enfatizando os efeitos cognitivos positivos possibilitados pela facilidade e agilidade de construir exemplos, as vezes opostos, permitindo uma compreensão mais ampla dos conceitos matemáticos.

Raj (2011) estudou a aplicação do Maple no ensino de tópicos introdutórios de Álgebra Linear, identificando os benefícios de uma abordagem problematizadora, uma vez que o software oferece retorno instantâneo e permite aos alunos um maior foco no significado e não na operação em si.

Marin (2013) pesquisou o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), entre as quais o Maple, por parte dos professores Cálculo na Universidade Federal de Uberlândia, identificando que o uso destas ferramentas permite o desenvolvimento de atividades e propostas pedagógicas impossíveis com o uso de processos tradicionais, ampliando o potencial de aprendizagem.

Já Richt e Farias (2013) corroboram com o ponto de vista de Barros (2012) igualmente sustentando que o uso de software no ensino da Matemática permite uma abordagem mais geométrica do conteúdo, incrementando os potenciais de aprendizagem. No entanto, também reforça as dificuldades de transição



metodológica e a necessidade de maior tempo de preparação das aulas por parte do docente, inerentes a uma transição para uma perspectiva mais problematizadora.

Por sua vez, Nascimento, Lopes e Teixeira (2013) também exploraram um estudo específico do aspecto da resolução de uma situação-problema em cálculo, usando o software Maple, mais especificamente na modelagem matemática de um volume de revolução. Os autores mais uma vez demonstraram os potenciais pedagógicos para o aprendizado de matemática no ensino superior.

Stewart (2013) pesquisou o uso no Maple no ensino para o curso de Química, mais especificamente na área de Mecânica Quântica. Segundo o autor, os alunos do referido curso possuem alguns conceitos equivocados de orbitais atômicas e a plotagem dos respectivos gráficos com a utilização do Maple possibilitou uma maior clareza na compreensão do tema.

Zuzana e Jiri (2013) realizaram estudo do uso de funções específicas do Maple para finalidades da área de economia, demonstrando a versatilidade do aplicativo para fins de análise e suas possibilidades de adaptação a diferentes contextos matemáticos.

Por fim, Blyth (2013) abordou o uso do software Maple na disciplina de Cálculo no primeiro ano na *RMIT University*, demonstrando que, segundo o autor, os benefícios são ampliados quando é adotada uma metodologia baseada na resolução de problemas e a turma é dividida em grupos pequenos.

Dentre as pesquisas identificadas, muitos autores fizeram uso de questionários, listas de exercícios e avaliações para ampliar a compreensão de seus estudos e experimentos, quanto aos benefícios percebidos pelos alunos, professores e pesquisadores. Baseando-se nessas adoções, o presente estudo também fez uso destes instrumentos para atingir seus objetivos de pesquisa.

No item a seguir, são tratados os referenciais teóricos e suas respectivas aplicações na presente pesquisa, no que tange os seus aspectos metodológicos.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos aplicados ao estudo em questão foram fundamentados em um delineamento quase experimental, conforme se justifica a seguir. Para a escolha da Instituição de Ensino a abrigar o estudo, foi feito contato com um Coordenador de uma Instituição de Ensino Superior (IES) Privada de Curitiba que, na impossibilidade de lá atender à pesquisa, intermediou o contato com a Coordenadora de outra IES que, compreendendo a relevância do tema, concordou em abrir as portas da Instituição. De semelhante modo, deu-se por conveniência a escolha do curso de Engenharia Civil, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I e o software Maple. Foram coletados e analisados dados de natureza quantitativa e qualitativa.

#### 3.1 PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL

A pesquisa quase experimental é caracterizada por manter o rigor metodológico e a aproximação à pesquisa genuinamente experimental, porém não há a utilização de amostra aleatória e tão pouco de grupos de controle. Neste caso, as relações de causa e efeito podem ser exploradas com as mesmas pessoas (grupo único) apesar da perda da capacidade absoluta de controle sobre as variáveis uma vez não existindo o grupo de controle (GIL, 2010).

Antes de definir o software de uso, fez-se um resgate nas bases de alguns programas existentes para o cálculo. Para os fins da pesquisa, estabeleceu-se as seguintes variáveis de avaliação, conforme Quadro 1:

QUADRO 1 – VARIÁVEIS DE AVALIAÇÃO QUANTO AS PRINCIPAIS FUNÇÕES DOS SOFTWARE DISPONÍVEIS

<b>Nome do Software</b>	<b>Principais Funções</b>
<i>Maple</i>	Matemática simbólica e numérica, resolução de equações, equações diferenciais, álgebra linear, problemas de otimização, cálculo diferencial, unidades e dimensões, tolerância.
<i>MatLab</i>	Interpolação, regressão, cálculo integral, cálculo diferencial, sistema de equações, análise de Fourier e matrizes.
<i>Scilab</i>	Funções matemática elementares, álgebra linear, matrizes, funções polinomiais, funções racionais e sistemas de equações diferenciais.
<i>Maxima</i>	Manipulação de expressões numéricas e simbólicas, integração, diferenciação, séries de Taylor, transformadas de Laplace, equações diferenciais, sistemas de equações, equações polinomiais, vetores e matrizes.
<i>Mathematica</i>	Diferenciação, integração, séries, transformadas integrais, operadores diferenciais, cálculo simbólico, cálculo numérico, equações, probabilidade, estatística, álgebra linear, séries, equações diferenciais estocásticas, álgebra polinomial e funções especiais.
<i>Winplot</i>	Diferenciação, equações, inequações e integração.
<i>GeoGebra</i>	Geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo (integral e diferencial)
<i>Wolfram Alpha Pro</i>	Matemática elementar, matemática discreta, funções, álgebra, integração, diferenciação, geometria e matemática avançada.
<i>Mathway</i>	Matemática básica, pré-álgebra, álgebra, geometria, trigonometria, pré-cálculo, cálculo e estatística.
<i>Mathstudio</i>	Matemática básica, conversões de unidades, trigonometria, álgebra, cálculo e binômios.
<i>Octave</i>	Interpolação, regressão, cálculo integral, cálculo diferencial, sistema de equações, análise de Fourier e matrizes.
<i>Axiom</i>	Integração, diferenciação, matrizes e vetores.
<i>SAGE Math</i>	Álgebra, integração, diferenciação, teoria dos números, criptografia, teoria dos grupos, etc.
<i>MathMechanixs</i>	Cálculo, matrizes, ajuste de curva, trigonometria, geometria e estatística.
<i>FC-Win</i>	Cálculo integral e diferencial, ajuste de curva, etc.
<i>Moodle</i>	Plataforma de aprendizagem e colaboração, sem suporte específico a funções matemáticas.
<i>Curve Expert</i>	Representação gráfica.
<i>Graphmatica</i>	Representação gráfica.

Fonte: O Autor (2014).

Os programas pesquisados, num total de 18 (15 têm suas características listadas no Apêndice O e 3 no capítulo dois desta pesquisa). Essa relação foi submetida à apreciação da Professora encarregada de ministrar o curso que, por conveniência e a partir da análise das funções oferecidas pelo software, fez a opção pelo Maple.

A escolha do delineamento quase experimental deu-se por conveniência e pelas restrições práticas e possivelmente legais em se estabelecer, em Instituições de nível superior, tratamento de ensino diferenciado a alunos, selecionados aleatoriamente, em disciplinas regulares da formação.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa definida como quase experimental constou de um curso de Extensão Semipresencial, de 20 horas aulas atividades, sendo 16 delas presenciais (sala de aula) e 4 não presenciais (em casa), no contra turno do curso regular de Engenharia Civil noturno, oferecido aos discentes do 1.º ano.

Como conteúdo, foram abordados os temas abaixo listados, adotando-se como livros-base as obras de PISKUNOV (1990), FLEMMING e GONÇALVES (1992), SWOKOWSKI (1992) e LEITHOLD (1994).

- a. conceito de funções;
- b. função afim;
- c. função quadrática.

### 3.3 FASES DA PESQUISA

A aplicação e modelagem do curso foi por meio de reuniões, com a professora responsável pela disciplina que também é coordenadora do curso de Engenharia Civil desta IES e que foi a docente deste curso de Extensão Semipresencial, para a entrega do curso foram necessárias as seguintes etapas:

- a) Contato inicial e alinhamento do conteúdo a ser ministrado;
- b) Divisão do conteúdo com definição de carga horária e sequenciamento;
- c) Elaboração de conteúdo, exercícios e avaliação, com estratégias e recursos: quadro negro e software;
- d) Definição das datas, salas, recursos e horários;
- e) Convite ao nivelamento em cálculo por adesão livre e sem ônus;
- f) Confirmação assinada de interesse no curso, por parte dos discentes, num total de 51 alunos;
- g) Realização do curso conforme programa e cronograma (Quadro 1);
- h) Correção das atividades e avaliações;

- i) Análise dos resultados obtidos fazendo o uso do software Biostat® e Excel®. O Bioestat é um software livre de estatística desenvolvido pelo Instituto Mamirauá, fomentado e supervisionado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), destinado ao uso por pesquisadores e estudantes. Foi aplicado no cálculo das estatísticas descritivas utilizadas no presente estudo. Já o Excel foi utilizado para criar as planilhas dos questionários preenchidos pelos alunos, frequências e notas.

O cronograma do curso foi dividido entre processo tradicional (uso do quadro negro) e processo auxiliado por tecnologia (software Maple), constituindo um total de 8 dias de atividades. Destaca-se que o fato de o conteúdo trabalhado foi idêntico em ambos os processos, buscando mensurar indicativos dos efeitos do uso das diferentes tecnologias no aprendizado (Quadro 2).

QUADRO 2 – CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES REALIZADAS NESTA PESQUISA

Item	Dia	Horários	Atividades	Recurso
1	06/08/14	17:10-18:40	• Programa	Data Show
		18:41-18:50	• Questionário	
2	08/08/14	17:10-18:00	Conceitos de Funções: • Conjunto Domínio e Imagem, Variáveis Dependentes e Independentes	Quadro Negro
		18:01-18:40	• Exemplos em sala	
		18:41-18:50	• Exercícios para casa (Lista 1).	
3	13/08/14	17:10-18:00	Função Afim (Constante e do Primeiro Grau): • Conteúdo.	
		18:01-18:40	• Exemplos em sala.	
		18:41-18:50	• Exercícios para casa (Lista2).	
4	15/08/14	17:10-18:00	Função Quadrática: • Conteúdo	
		18:01-18:40	• Exemplos em sala	
		18:41-18:50	• Exercícios para casa (Lista 3)	
5	20/08/14	17:10-17:20	• Entrega da resolução dos exercícios das listas 1,2 e 3 sem a utilização do software Maple pelos discentes.	
		17:21-18:50	• Resolução dos exercícios das Listas 1,2 e 3 pela professora	
6	22/08/14	17:21-18:40	• Prova de verificação de conhecimento de função afim e função quadrática sem a utilização do software Maple.	Papel
7	27/08/14	17:10-17:20	• Apresentação do software Maple	Software Maple
		17:21-18:40	• Resolução de exemplos de função Afim e função Quadrática com o Software.	
		18:41-18:50	• Exercícios para casa (Lista 4 e 5)	
8	29/08/14	17:10-17:20	• Entrega da resolução dos exercícios das listas 4 e 5 com a utilização do software Maple pelos discentes.	
		17:21-18:40	• Prova de verificação de conhecimento de função afim e função quadrática com a utilização do software Maple.	
		18:41-18:50	• Questionário (Quadro Negro e Software Maple).	

Fonte: O Autor (2014).

Dentre os recursos utilizados, destaca-se:

- Papel e impressora, no qual foram impressos os questionários, exercícios e avaliações;
- Quadro negro e giz, para as aulas do processo tradicional;
- Data show/projetor e *Powerpoint* para a apresentação do curso na aula inaugural; e
- Software Maple para as aulas com o processo auxiliado por tecnologia;

- e) Laboratório Computacional da IES que abrigou a pesquisa quase experimental.

A execução do quase experimento seguiu com sucesso o cronograma proposto, tendo sido coletados os dados seguindo as técnicas que a seguir são apresentadas.

### 3.4 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Para atingir os objetivos da pesquisa, foram adotadas múltiplas técnicas para as coletas de dados, cujos instrumentos são reproduzidos nos apêndices:

- a) Questionários: os alunos foram submetidos a um questionário ao início e outro ao final do curso, obtendo informações sociais, econômicas e educacionais, bem como expectativas, experiências e aptidões pelo uso de tecnologias em sala de aula (Apêndices A e L). Ambos os questionários foram respondidos com o uso de papel e caneta;
- b) Listas de exercícios: em ambas as fases, os discentes receberam listas de exercícios a serem resolvidas em casa, sendo que, na primeira fase, fizeram a resolução de modo tradicional (papel e caneta) e, na segunda, usando o software Maple, em computador. O objetivo é a comparação do desempenho dos alunos com o uso das diferentes tecnologias e, para tal, buscou-se a manutenção de um nível homogêneo de dificuldade (Apêndices E, F, G, I e J);
- c) Provas: os alunos foram submetidos a duas provas, uma ao final de cada fase do experimento, com a finalidade de comparar a evolução do desempenho, constituídas de conteúdos e dificuldade análogas (Apêndices H e K). A prova da primeira fase foi desenvolvida com o uso de papel e caneta, tendo a segunda prova sido efetuada no computador, com o uso do software Maple.

A seguir, é feita a apresentação, demonstração e análise dos principais dados e resultados obtidos a partir deste quase experimento.

## 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo inicia-se com a narrativa do quase experimento, depois são apresentados os dados e resultados obtidos pela presente pesquisa, iniciando-se pela descrição geral do perfil dos 40 discentes que efetivamente iniciaram o curso. Estes dados são baseados no primeiro questionário, preenchido no primeiro dia de aula.

Em seguida, são tratados de forma mais aprofundada os dados dos 15 discentes concluintes, ou seja, aqueles que seguiram no curso até o seu final, tendo, portanto efetuado as listas de exercícios e as avaliações, nos diferentes processos de ensino (processo tradicional e o auxiliado por tecnologia) e do questionário final.

Para uma maior exploração da pesquisa será feito uma análise dos 2 alunos que apresentaram os desempenhos mais baixos no processo tradicional.

Por fim serão apresentados os resultados da avaliação do uso do software Maple e a síntese conclusiva.

### 4.1 NARRATIVA DA PESQUISA QUASE EXPERIMENTAL

As aulas foram ministradas pela docente da própria Instituição e o tema já era de seu domínio, tendo feito uso de apresentações em *Microsoft PowerPoint* já existentes, adaptados ao perfil e fins das atividades em questão.

Foi significativa a manifestação inicial de interesse, por parte dos discentes que cursavam regularmente Engenharia Civil na IES em questão, o que foi, no entanto, gradativamente convertida em uma intensa evasão de alunos.

Após cada uma das aulas, foi entregue aos presentes uma lista de exercícios a ser desenvolvida em casa e entregue até a data da prova subsequente. As referidas listas foram baseadas em modelos dos estudos analisados no referencial teórico bem como nos já mencionados livros de teorias adotados (PISKUNOV, 1990; FLEMMING; GONÇALVES, 1992; SWOKOWSKI, 1992; LEITHOLD, 1994), sobre os temas, conforme cronograma. As listas da primeira fase foram respondidas com o uso de papel e caneta, já as da segunda fase com o uso do software Maple, no computador.

Por fim, foram aplicadas duas provas sendo uma ao final do processo tradicional e outra ao final, após as aulas do processo auxiliado pela tecnologia (software Maple), também elaboradas com base nos mesmos livros de teoria da



disciplina. A prova da primeira fase foi respondida com o uso de papel e caneta, já a da segunda fase em computador, com o uso do software Maple.

## 4.2 PERFIL DOS INSCRITOS

Dentre as características levantadas no questionário inicial, os dados foram divididos em 4 grupos principais, a seguir elencados. A mesma classificação é adotada nos tópicos seguintes, quando tratados os resultados dos alunos concluintes: dados socioeconômicos; acesso ao ensino superior; motivação para a escolha da engenharia e hábitos de estudo.

Do total dos 40 discentes inscritos, 30 são homens (75%) e 10 mulheres (25%), com idades variando entre 17 e 47 anos. As idades média e mediana corresponderam, respectivamente, a 25 e 22 anos.

Em relação ao perfil sócio econômico, 52,5% moram com os pais, 60% possuem casa e veículo próprios e 85% possuem irmãos. Sendo que 25% deles são casados e 20% possuem ao menos um filho.

Apenas 7,5% já possuem alguma formação superior anterior, 32,5% tiveram ao menos uma reprovação no Ensino Fundamental e 23% no Ensino Médio. Dos inscritos, 80% cursaram o Ensino Fundamental na rede pública e 72,5% o fizeram no Ensino Médio.

Dentre os alunos, 12,5% possuem pai sem qualquer nível de instrução, mesmo percentual daqueles que possuem pai com Ensino Superior, enquanto que, 32,5% possui pai com Ensino Fundamental e os 42,5% restantes com Ensino Médio. Dos inscritos, 7,5% possuem mãe sem qualquer nível de instrução, 35% com Ensino Fundamental, 45% com Ensino Médio e 12,5% com Ensino Superior.

Quanto à renda familiar, 35% declararam auferir entre 1 e 3 salários mínimos, mesmo percentual dos entre 3 a 6. Dos discentes inscritos 17,5% afirmaram receber entre 7 e 10 salários mínimos e 12,5% acima deste valor.

Em relação ao acesso ao Ensino Superior, 62,5% prestaram o ENEM e 97,5% o exame Vestibular.

Quanto à motivação para a escolha do curso de Engenharia Civil, 60% declararam afinidade com a disciplina de matemática, enquanto 25% afirmam possuir engenheiros na família e 82% buscaram previamente informações sobre o curso.

Em termos dos hábitos de estudo, todos possuem computador e gostam do uso de tecnologias, sendo que 97,5% usam o computador para estudar mas apenas 10% declararam fazer uso de algum software educacional. Dentre os alunos, 47,5% afirmam dedicar entre 0 a 2 horas semanais para o estudo, 32,5% entre 3 e 4 horas e apenas 20% acima de 5 horas. Já 46% deles declaram possuir hábito de leitura.

Para as estatísticas descritivas tratadas doravante, foram considerados os 15 discentes concluintes do curso, possuindo um mínimo de 75% de presença, desenvolvendo ambas as provas e entregando ao menos 3 das 5 listas de exercícios.

### 4.3 DADOS DOS CONCLUINTES

Doravante serão tratados exclusivamente os dados dos 15 alunos concluintes, ou seja, aqueles que seguiram o curso até o seu encerramento. Os dados são baseados nos dois questionários por eles preenchidos e no resultado das correções das listas de exercícios e das avaliações.

Por serem tratados de forma mais aprofundada os dados dos concluintes, fez-se necessário subdividir o grupo socioeconômico em subitens: idade e gênero, aspectos familiares, educacionais e econômico-financeiros.

Quanto ao gênero, os concluintes estão distribuídos em 11 homens (73,3%) e 4 mulheres (26,7%). Em relação à idade, a amplitude foi de 29 anos, correspondendo à faixa de 18 a 47 anos de idade, distribuídos conforme a Tabela 1 a seguir. Em relação à tendência central, tem-se a média e mediana, respectivamente, em 28 e 30 anos (Tabela 1).

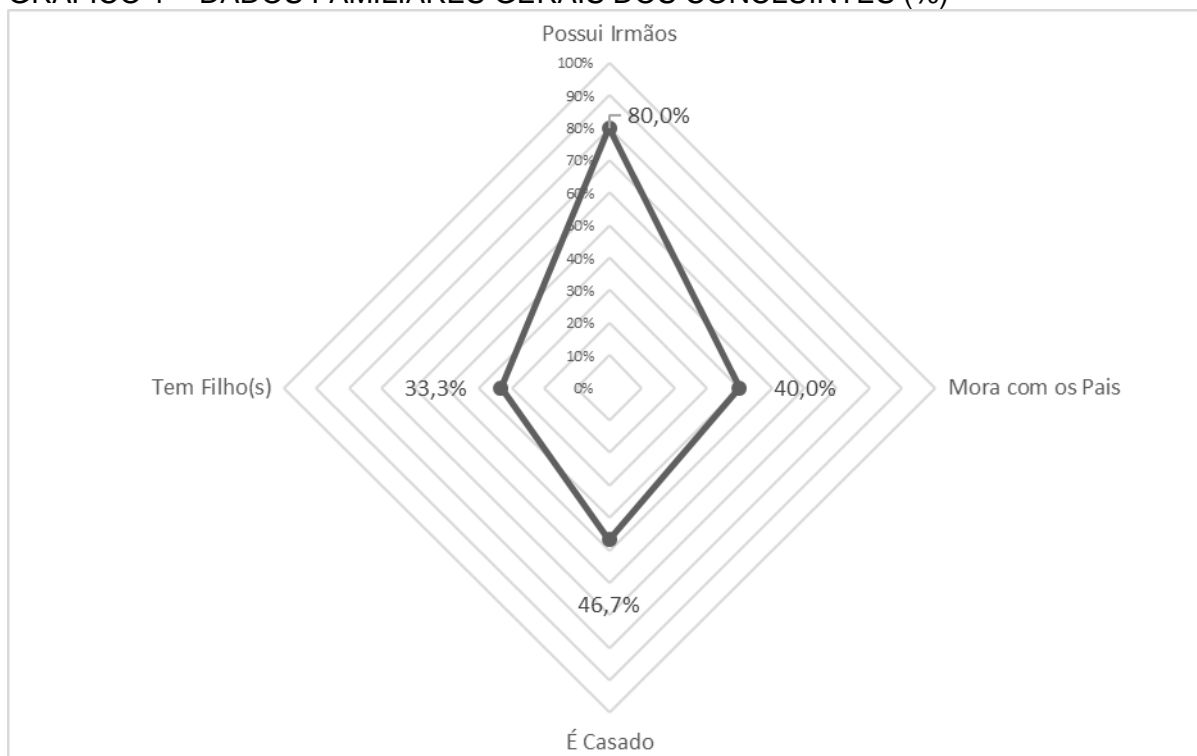
TABELA 1 – GÊNERO E IDADE DOS CONCLUINTES

Idade	Homens		Mulheres		Total	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
16 a20	2	18,2%	2	50,0%	4	26,6%
20 a 24	2	18,2%	0	0,0%	2	13,3%
24 a 28	1	9,1%	0	0,0%	1	6,7%
28 a 32	1	9,1%	0	0,0%	1	6,7%
32 a 36	3	27,2%	0	0,0%	3	20,0%
36 a 40	1	9,1%	1	25,0%	2	13,3%
40 a 44	0	0,0%	1	25,0%	1	6,7%
44 a48	1	9,1%	0	0,0%	1	6,7%
Total	11	100,0%	4	100,0%	15	100,0%

Fonte: O Autor (2014).

Em termos dos aspectos familiares dentre os concluintes, 40% moram com os pais, 46,7% são casados, 33,3% possuem um ou mais filhos e 80% um ou mais irmãos, conforme Gráfico 1.

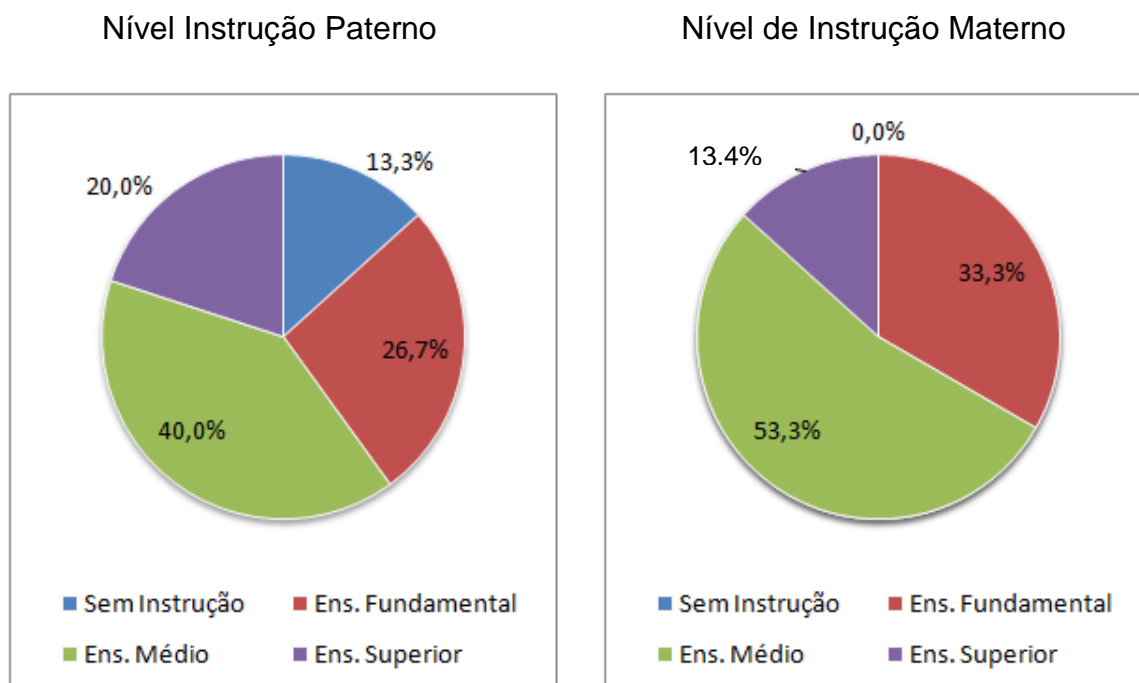
GRÁFICO 1 – DADOS FAMILIARES GERAIS DOS CONCLUINTES (%)



Fonte: O Autor (2014).

Em relação à formação dos pais, predomina o Ensino Médio, que corresponde à 40% dos pais e 53,3% das mães. Destaca-se o baixo percentual de curso superior, correspondendo à apenas 20% dos pais e 13,4% das mães. Nenhuma mãe de concluinte encontra-se no grupo sem instrução porém este percentual é de 13,3% para os pais. Ao Ensino Fundamental correspondem 26,7% dos pais e 33,3% das mães, conforme Gráfico 2.

GRÁFICO 2 – DADOS FAMILIARES QUANTO AO NÍVEL DE INSTRUÇÃO DOS CONCLUINTES (%)

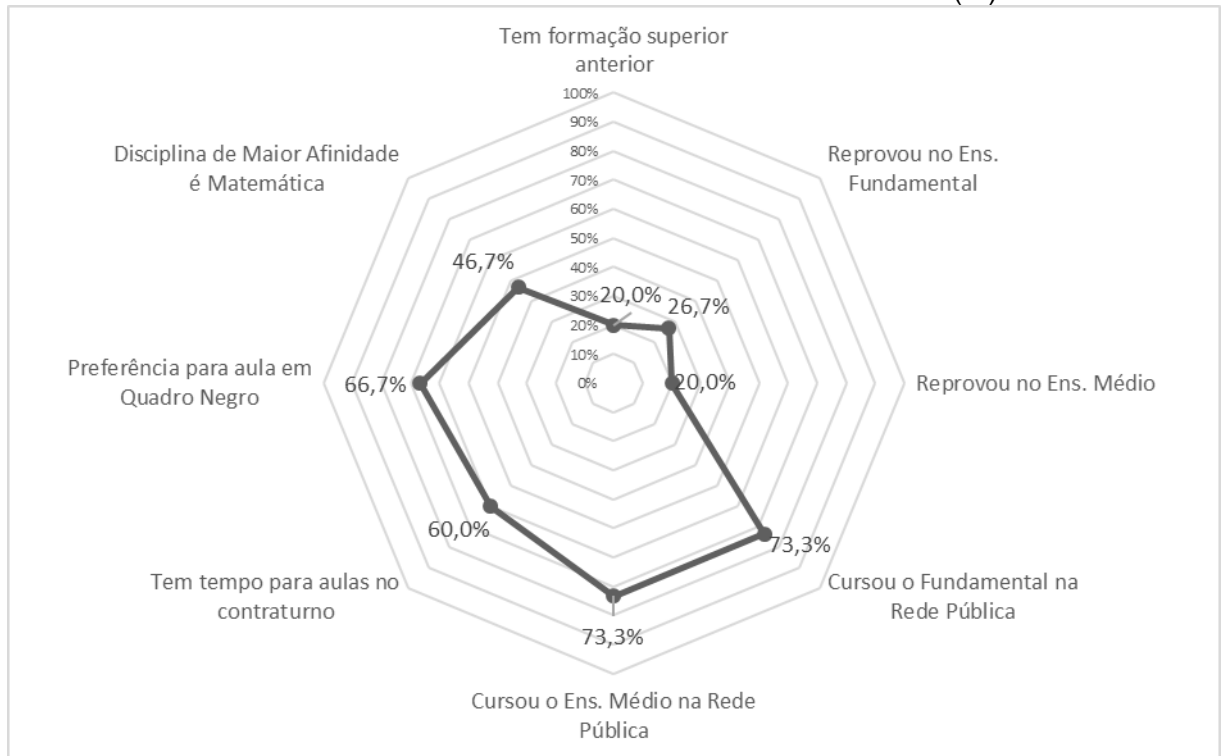


Fonte: O Autor (2014).

Dos concluintes, 20% possuiu reprovações no Ensino Médio e 26,7% no Ensino Fundamental, sendo que 20% já possui alguma formação de nível superior. Todos prestaram exame vestibular e 53% fizeram o Enem.

Em relação à rede de ensino de origem, 73,3% cursaram o Ensino Fundamental na rede pública, mesmo percentual para o Ensino Médio, correspondendo à 20% aqueles que cursaram a educação básica exclusivamente na rede privada e 6,7% cursaram em ambas as redes. Destaca-se o fato de que menos da metade dos alunos (46,7%) afirmaram ser a matemática sua disciplina de maior afinidade, sendo esta essencial para um curso de engenharia. Por fim, 66,7% dos alunos manifestaram para aulas com o uso do quadro negro e 60% afirmaram possuir tempo disponível para aulas no contra turno, conforme Gráfico 3.

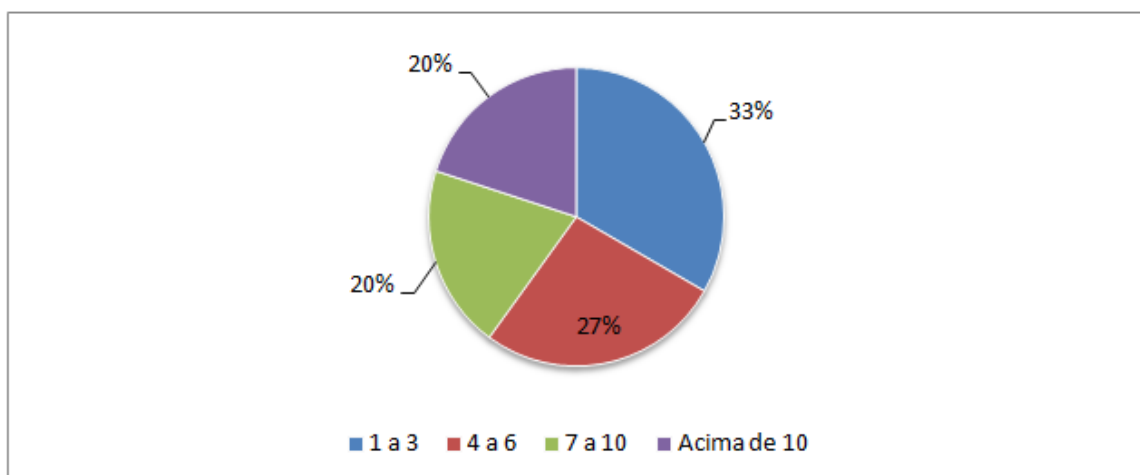
GRÁFICO 3 – DADOS EDUCACIONAIS GERAIS DOS CONCLUINTES (%)



Fonte: O Autor (2014).

Quanto à renda, 33% declararam auferir entre 1 e 3 salários mínimos, 27% entre 4 e 6, 20% entre 7 e 10 e 20% acima de 10 salários mínimos, conforme Gráfico 4.

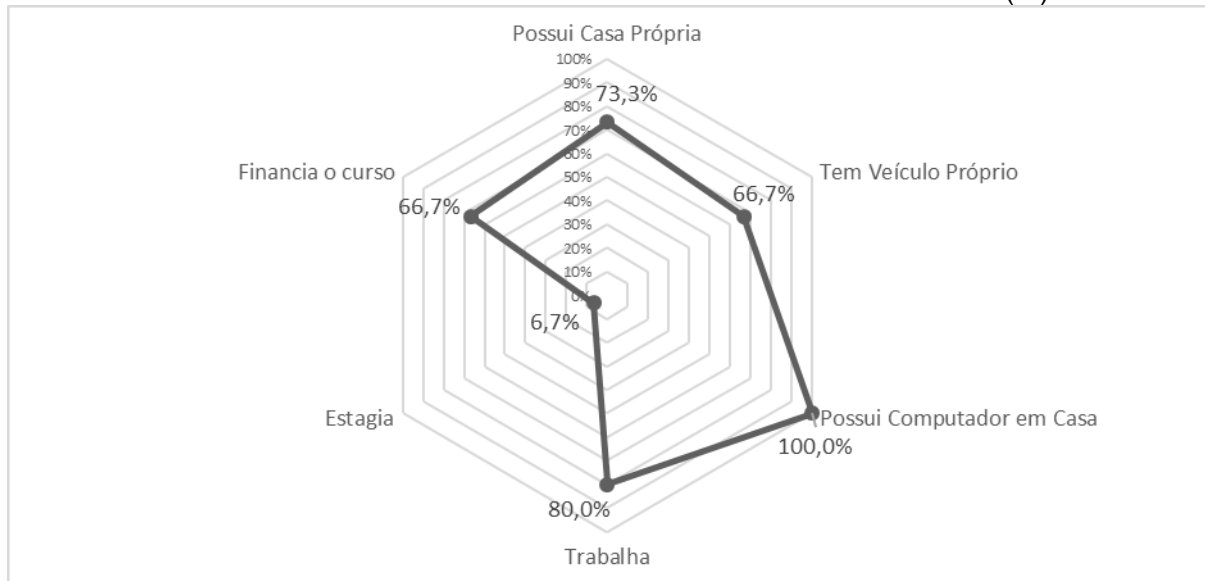
GRÁFICO 4 – RENDA EM NÚMERO DE SALÁRIOS MÍNIMOS DOS CONCLUINTES



Fonte: O Autor (2014).

Ainda, 73,3% possuem casa própria e 66,7% possuem veículo próprio. Dentre os concluintes, 80% trabalha e 6,7% faz estágio. Ainda, 66,7% financiam o curso e todos possuem computador em casa, conforme Gráfico 5.

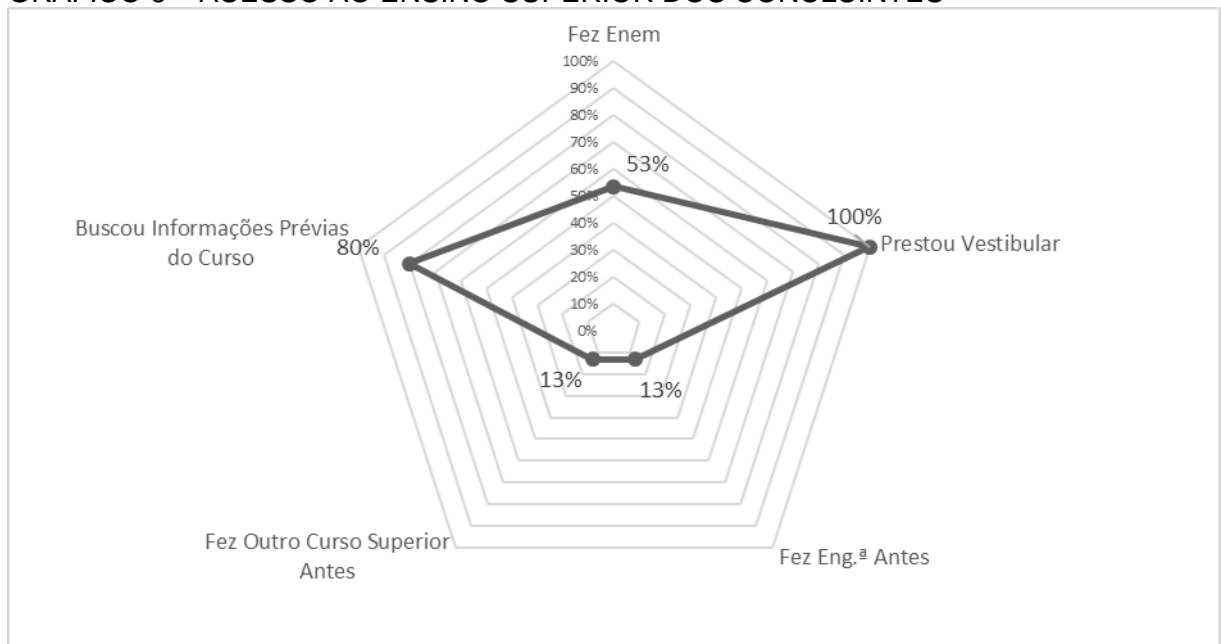
GRÁFICO 5 – DADOS ECONÔMICO-FINANCEIROS DOS CONCLUINTES (%)



Fonte: O Autor (2014).

Quanto aos dados de acesso ao Ensino Superior, destaca-se o ingresso via vestibular, tendo este exame sido prestado por 100% dos concluintes, sendo que 53% também prestaram o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), dos concluintes, 80% buscaram informação prévia sobre o curso, sendo que 13,3% fizeram Engenharia anteriormente e o mesmo percentual dos discentes concluintes fez outro Curso Superior, conforme Gráfico 6.

GRÁFICO 6 – ACESSO AO ENSINO SUPERIOR DOS CONCLUINTES



Fonte: O Autor (2014).

Quanto à motivação para a escolha do curso de Engenharia, 20% afirmaram possuir um ou mais familiares que estudaram engenharia, demonstrando não ser esse o fator predominante.

Nas questões discursivas (dados qualitativos) que abordam o tema, 26,7% responderam ter afinidade com a área, mesmo percentual daqueles que afirmaram que já atuam na área, sendo estas as motivações preeminentes para a busca pelo curso de Engenharia Civil dentre estes estudantes, conforme Tabela 2.

TABELA 2 – MOTIVAÇÃO PARA ESCOLHA DO CURSO DE ENGENHARIA DOS CONCLUINTES

<b>Quantidade</b>	<b>%</b>	<b>Resposta</b>
4	26,7%	<b>Afinidade</b>
4	26,7%	<b>Já trabalha na área</b>
3	20,0%	Amplitude de atuação
2	13,2%	Sonho
1	6,7%	Apreço pela matemática
1	6,7%	Influência de familiares que exercem a profissão

Fonte: O Autor (2014).

Quanto aos objetivos para cursar a Engenharia, as diferentes respostas, também em questões abertas, demonstram uma tendência de foco em qualificação e remuneração, conforme Tabela 3:

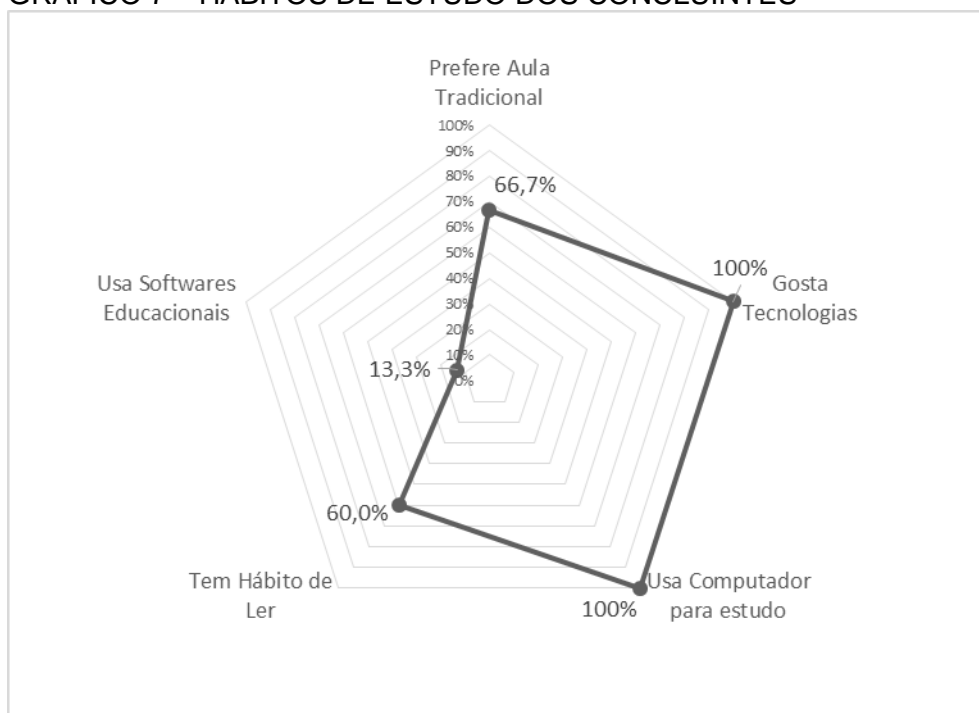
TABELA 3 – OBJETIVO COM O CURSO DE ENGENHARIA DOS CONCLUINTES

<b>Quantidade</b>	<b>%</b>	<b>Resposta</b>
8	53,3%	Qualificação profissional
3	20,0%	Remuneração e estabilidade financeira
2	13,3%	Atuação na área de Engenharia
1	6,7%	Empreender
1	6,7%	Sucesso profissional

Fonte: O Autor (2014).

No Gráfico 7 demonstra-se o perfil dos concluintes quanto aos seus hábitos de estudos. 66,7% deles manifestaram inicialmente (1.º questionário) preferência pelas aulas ministradas pelo processo tradicional (quadro negro) e 60% disseram possuir hábito de leitura. Todos afirmaram gostar de usar tecnologias e usar o computador para estudo, porém apenas 13,3% declaram fazer uso de software educacionais, conforme Gráfico 7.

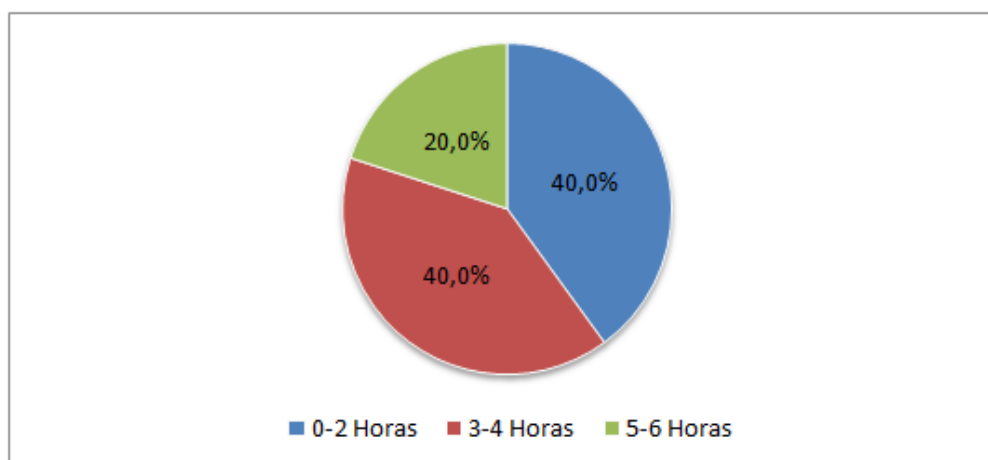
GRÁFICO 7 – HÁBITOS DE ESTUDO DOS CONCLUINTES



Fonte: O Autor (2014).

Em relação ao número de horas semanais dedicadas aos estudos, 40% declararam aplicar entre 0 e 2 horas, mesmo percentual daqueles que dedicam entre 3 e 4 horas semanais. Apenas 20% afirmou estudar entre 5 e 6 horas por semana, sendo que nenhum estudante informou número acima desta faixa, conforme Gráfico 8.

GRÁFICO 8 – HORAS DE ESTUDO SEMANAIS DOS CONCLUINTES



Fonte: O Autor (2014).

A seguir será demonstrado o desempenho dos concluintes com base na correção das listas de exercícios e prova, aplicadas aos discentes.



#### 4.4 DESEMPENHO GERAL DOS CONCLUINTES

Para os fins de análise do desempenho dos concluintes, foi desconsiderada a primeira lista (Lista1) de exercícios, aplicada em relação à aula do dia 08/08/14, por tratar-se de simples revisão geral de funções do 1º e 2º graus.

Na Tabela 4 apresenta-se as notas (Lista 2, Lista 3, Lista 4, Lista 5, Provas e as Médias) dos 15 discentes concluintes nos processos: tradicional (Quadro-Negro) e auxiliado por tecnologia (Software Maple).

TABELA 4 – NOTAS DOS 15 DISCENTES CONCLUINTES

<b>PROCESSO TRADICIONAL (QUADRO-NEGRO)</b>															
<b>Alunos</b>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
<b>Lista 2</b>	2	6	3	2	7	4	6	3	5	7	6,5	5	7,5	10	9,5
<b>Lista 3</b>	0	1	6	5	7,5	4	7	7	10	9,5	8,5	9	8	9	10
<b>Prova</b>	0	0,5	1	5	0,5	7,25	2,6	7	4,25	5,5	7,25	9	7,75	9	8,6
<b>Média</b>	0,7	2,5	3,3	4	5	5,1	5,2	5,7	6,4	7,3	7,4	7,7	7,8	9,3	9,4
<b>PROCESSO AUXILIADO PELA TECNOLOGIA (SOFTWARE MAPLE)</b>															
<b>Alunos</b>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
<b>Lista 4</b>	0	8	6	6	0	0	0	10	10	8	8	10	9	10	0
<b>Lista 5</b>	0	8	0	6	0	0	0	8	9	10	10	10	10	10	0
<b>Prova</b>	5	6	6	7	9	6	7	10	9	8	8	10	9	10	10
<b>Média</b>	1,7	7,3	4	6,3	3	2	2,3	9,3	9,3	8,7	8,7	10	9,3	10	3,3

Fonte: O Autor (2014).

A partir da Tabela 4, foi constituído o Quadro 3, na qual apresenta-se os indicadores estatísticos de desempenho dos concluintes nos processos: tradicional e auxiliado por tecnologia, calculado por meio da média aritmética das notas das duas listas e da prova de cada fase (com notas tradicionais de zero a dez pontos e com o seguinte critério de correção: resposta da questão incorreta com desenvolvimento incorreto o discente recebia zero por cento dos pontos da questão, resposta da questão incorreta mas com desenvolvimento de cinquenta por cento correto o discente recebia cinquenta por cento dos pontos da questão, resposta da questão correta o discente recebia cem por cento dos pontos da questão), no comparativo entre o processo tradicional e o auxiliado por tecnologia. Nota-se uma melhora geral

dos discentes, com crescimento da nota máxima, da média e da menor nota apesar de, nesta última, ter ocorrido menor evolução numérica.

QUADRO 3 – DESEMPENHO DOS CONCLUINTEs NOS PROCESSOS: TRADICIONAL E AUXILIADO POR TECNOLOGIA

Indicador de Desempenho		Processo Tradicional	Processo Auxiliado por Tecnologia
Tendência Central	Média	5,8	6,4
	Mediana	5,7	8,0
Medidas de Dispersão	Variância	7,33	10,74
	Desvio Padrão	2,50	3,27
	Amplitude	8,7	8,3
Maior Nota		9,4	10,0
Menor Nota		0,7	1,7

Fonte: O Autor (2014).

No entanto, ocorreu também um aumento no desvio padrão que implica em uma maior dispersão dos resultados e, portanto, uma evolução não homogênea. Este comportamento tende a ter sido influenciado por variáveis intervenientes, que são aquelas que podem aumentar ou diminuir os efeitos de uma relação estudada, sendo, no caso concreto, entre uso tecnologia e melhora do desempenho discente. Podemos exemplificar, por exemplo, o fato de 5 alunos (33,3%) não terem feito nenhuma das listas de exercícios da segunda fase, o que obviamente prejudicou significativamente o resultado final, que tenderia a ter sido ainda melhor que o efetivamente apurado. Por fim, é de destaque também o fato de, apesar da piora nas duas medidas de dispersão citadas anteriormente, a amplitude, outra medida de dispersão, apresentou pequena redução, variando apenas de 8,7 para 8,3, o que fornece indícios de que a evolução do desempenho não foi homogênea.

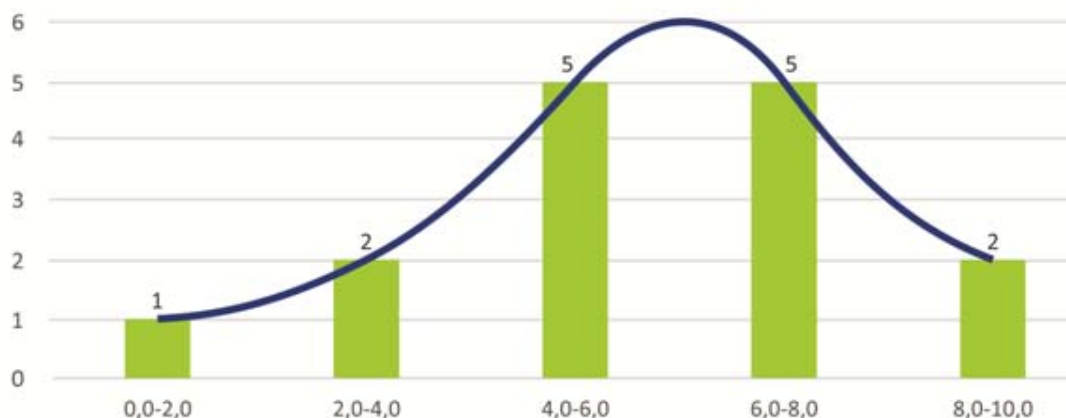
A seguir para uma maior exploração da pesquisa será feito uma análise dos 2 alunos que apresentaram os desempenhos mais baixos no processo tradicional.

#### 4.5 EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO DOS ALUNOS CONCLUINTEs COM MENORES NOTAS NO PROCESSO TRADICIONAL

Para uma maior exploração do fenômeno observado, aprofundou-se a análise da evolução daqueles que apresentaram os desempenhos mais baixos no processo tradicional (APÊNDICE M). Observa-se no Gráfico 9, onde se representa o histograma (representação gráfica dos dados agrupados) e a curva padronizada do

desempenho no processo tradicional, tem-se um aluno na classe inferior que compreende o intervalo entre a nota média 0 e a nota média 2.

GRÁFICO 9 – HISTOGRAMA E CURVA PADRONIZADA DO DESEMPENHO DOS CONCLUINTES NO PROCESSO TRADICIONAL



Fonte: O Autor (2014).

Para possibilitar uma compreensão mais ampla e uma investigação mais extensa, partiu-se dos dados desagrupados (rol) para analisar-se comparativamente o desempenho, considerando-se como critério para tal o limite de “média – 1 desvio padrão”, ou seja, notas inferiores à 3,3 (resultado da subtração: 5,8 – 2,5).

A este grupo correspondem 2 alunos ou 13,33% do total de concluintes. A seguir, apresenta-se a evolução do desempenho entre a média destes discentes na primeira fase (listas 2 e 3 mais a prova 1) e na segunda fase (listas 4 e 5 mais a prova 2). Ambos tiveram significativa melhora proporcional (+142,9% e +192,0%, respectivamente), sendo que o aluno 2 ultrapassou, na nota da fase 2, a média dos concluintes (6,4).

Ressalta-se, no entanto, que a maior diferença entre as médias da fase 2 entre os alunos em questão deu-se por conta da não entrega, por parte do Aluno 1, de nenhuma das duas listas da segunda fase. Considerando apenas a nota da prova 2, o desempenho foi semelhante (5 e 6, respectivamente) o que também já havia ocorrido na fase 1 (0 e 0,5, respectivamente), conforme Quadro 4.

QUADRO 4 – EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO DOS CONCLUINTEs COM MENORES NOTAS MÉDIAS

<b>Processo de Ensino</b>	<b>Processo Tradicional</b>	<b>Processo Auxiliado por Tecnologia</b>
<b>Aluno</b>		
Aluno 1	0,7	1,7
Aluno 2	2,5	7,3

Fonte: O Autor (2014).

Quando analisados o perfil destes alunos, nota-se similaridade, como pode ser observado por meio das características listadas no Quadro 5, cujos dados apresentam pequena diferença apenas quanto a idade, apesar de bem próximas (36 e 30 anos), conforme Quadro 5.

QUADRO 5 – COMPARATIVO DAS SIMILARIDADES DE PERFIL ENTRE OS ALUNOS 1 E 2

<b>Característica</b>	<b>Aluno 1</b>	<b>Aluno 2</b>
Idade	36	30
Casado(a)	Sim	Sim
Casa Própria	Sim	Sim
Filhos	Não	Não
Teve Reprovações no Ensino Fundamental e/ou Médio	Sim	Sim
Possui Computador(es) em casa	Sim	Sim
Trabalha	Sim	Sim
Jornada de Trabalho	08h às 18h	08h às 18h

Fonte: O Autor (2014).

Com relação às distinções de características entre esses alunos, conforme Quadro 6, destaca-se a difícil interpretação quanto à correlação dos fatores com o desempenho e a evolução, provavelmente influenciadas por variáveis intervenientes não determináveis pela presente pesquisa. Faz-se necessária uma investigação mais abrangente desses indivíduos, a fim de compreender as relações causais e estas eventuais variáveis intervenientes não detectadas na presente pesquisa.

QUADRO 6 – PRINCIPAIS DISTINÇÕES ENTRE OS ALUNOS 1 E 2

<b>Característica</b>	<b>Aluno1</b>	<b>Aluno 2</b>
Nível de Instrução do Pai	Sem Instrução	Ens. Superior
Nível de Instrução da Mãe	Ensino Médio	Ens. Superior
Renda Familiar	7 a 10	1 a 3
Disciplina de Maior Afinidade	Matemática	Desenho
Área onde trabalha	Segurança do Trabalho	Engenharia
Horas de estudo semanais	5 à 6	0 à 2
Possui engenheiros na família	Não	Sim
Motivo que faria desistir do curso	Dificuldade de Aprendizado	Questões Financeiras
Dificuldade com a linguagem e comandos do software	Média	Fácil
Tempo gasto na Prova 1	1h11min	35min
Tempo gasto na Prova 2	1h19min	19min

Fonte: O Autor (2014).

Observa-se no Quadro 6 várias distinções entre os alunos, mas uma que merece uma explicação especial é em relação ao tempo gasto pelo aluno 1 em realizar a prova 2, auxiliado pela tecnologia software Maple, ter sido maior que a prova 1, processo tradicional, isto deve-se ao fato que o aluno 1 quando foi salvar as questões acabou excluindo-as por duas vezes consecutivas, tendo assim que refaze-las novamente.

Há indícios que a capacidade de aprendizado, implicitamente demonstrada nestes dados, pode ter sido característica diferencial determinante entre os alunos em questão, apesar de os instrumentos da presente pesquisa não serem apropriados para essa determinação específica, sendo necessária outra pesquisa que explore, na população, as relações entre as habilidades intelectuais e a evolução de desempenho com a implantação do uso de software.

#### 4.6 AVALIAÇÕES DO USO DO SOFTWARE MAPLE NESTA PESQUISA

Após o término do curso, os discentes concluintes foram submetidos à um segundo questionário, no qual foram investigadas as impressões dos mesmos quanto ao uso do software no ensino de cálculo nesta pesquisa.

##### 4.6.1 Indicadores Quantitativos

No Quadro 7, tem-se a opinião quanto a auto avaliação dos discentes sobre o uso do software no ensino da disciplina, expressam-se opiniões homogêneas quanto aos benefícios do uso do software. Não houve significativa variação da avaliação dos resultados gerais do uso do software Maple em sala de aula entre o grupo daqueles que inicialmente preferiam o uso do Quadro Negro e aquele dos que indicaram o uso do software. Isto indica que a predisposição, neste caso, foi irrelevante quanto à evolução na percepção final.

QUADRO 7 – INDICADORES SOBRE O USO DO SOFTWARE MAPLE PELOS CONCLUINTE

<b>Descrição</b>	<b>Sim (%)</b>	<b>Não (%)</b>
Conseguiu instalar a demonstração	80,0%	20,0%
Usou o Maple antes das aulas	60,0%	40,0%
Gostaria de um maior uso de software em sala por parte dos professores	100,0%	0,0%
Tem interesse em continuar o uso do Maple	100,0%	0,0%
Acelerou a resolução dos exercícios	93,3%	6,7%
Melhorou a visualização dos conteúdos	93,3%	6,7%
Houve vantagens no uso do software	60,0%	40,0%
O Maple contribuiu para o aprendizado	80,0%	20,0%

Fonte: O Autor (2014).

Questionados quanto ao perfil da “Aula Ideal”, todos os concluintes expressaram que, em sua avaliação, a sala de aula deve compartilhar o uso de quadro negro e software. Com fulcro nestes dados, infere-se uma clara percepção, por parte dos discentes, quanto aos mútuos benefícios do uso integrado do quadro negro e software educacional e quanto à complementaridade de ambos, declarado pela maioria como necessário.

Quanto à percepção de desempenho sobre o uso do Quadro Negro e quando utilizado o Software, questionados os alunos antes de receberem as notas, os índices são iguais ou maiores que 80% quanto ao melhor desempenho percebido quando adotado o uso do software, seja nas listas de exercícios, seja nas provas, conforme Quadro 8.

QUADRO 8 – PERCEPÇÃO DE MELHOR DESEMPENHO (%) – TOTAL DOS CONCLUINTE

<b>Avaliação</b>	<b>Quadro Negro (%)</b>	<b>Software (%)</b>
Listas de Exercícios	20,0%	80,0%
Provas	13,3%	86,7%

Fonte: O Autor (2014).

A seguir serão analisados os indicadores qualitativos dos discentes que terminaram o curso de extensão semipresencial.

#### 4.6.2 Indicadores Qualitativos

A análise dos indicadores qualitativos, obtidos a partir dos questionários aos quais os discentes foram submetidos no início da fase 1 e ao final da fase 2, permitem a percepção de que a opinião predominante é a de que ambas as

tecnologias (Quadro Negro e Software) devem ser utilizados em conjunto e não exclusivamente um ou outro o que é bem caracterizado pela resposta de um dos discentes: “Soft ajudou 50% do que eu tinha dúvidas. Quadro negro magnífico o ensino. Os dois comandos em sala iria ajudar muito vários alunos.” (Aluno 1, um dos dois pertencentes ao grupo com menor desempenho na etapa do processo tradicional).

De modo muito semelhante, o outro aluno com desempenho inicial baixo, retrata opinião equivalente: “Foi boa, pois me dou bem com software e também as aulas ajudaram, pois sem as aulas você não sabe o que está calculando ou o por que está calculando aquilo que se pede.” (Aluno 2).

As respostas dos alunos seguem, de modo geral, a percepção de que o quadro negro é mais adequado para a as instruções iniciais da disciplina, em especial em seu aspecto teórico, conforme um dos alunos resume:

*“O software é um instrumento que auxilia no aprendizado porém não é suficiente saber usar o software e sem entender o conteúdo, ele serve como um método de conferência e não de aprendizagem.”*  
(Aluno3).

De igual modo, é consenso, conforme também demonstrado nos dados quantitativos, o quanto o software facilita a visualização e compreensão dos conceitos teóricos. Por fim, há menções a dificuldades com a compreensão e assimilação dos comandos requeridos para operação do software, o que em parte pode constituir variável interveniente no aumento da dispersão do desempenho no processo auxiliado por tecnologia em relação àquele tradicional, conforme dados completos demonstrados no Quadro 9.

**QUADRO 9 – RELATO DA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM COM O SOFTWARE MAPLE PELOS CONCLUINTES**

<b>Aluno</b>	<b>Resposta como foi escrita</b>
1	Soft ajudou 50% do que eu tinha dúvidas. Quadro negro magnífico o ensino. Os dois comandos em sala iria ajudar muito vários alunos.
2	Foi boa pois me dou bem com software e também as aulas ajudaram pois sem as aulas você não sabe o que está calculando ou o por que está calculando aquilo que se pede.
3	O software é um instrumento que auxilia no aprendizado porém não é suficiente saber usar o software e sem entender o conteúdo, ele serve como um método de conferência e não de aprendizagem.
4	Obtive facilidade com os comandos, obtermos gráficos, verificar com o software foi muito interessante e curioso. Tive mais interesse em aprender mais, depois do uso do software.
5	Boa mas a necessidade de mais informações a respeito de funcionamento e de

Aluno	Resposta como foi escrita
	todos os comandos assim com certeza será uma ferramenta útil no aprendizado.
6	Eu achei bom, as aulas com o software pois agora posso conferir meus trabalhos e tarefas em casa tirando minhas dúvidas sozinho.
7	Muito bacana, pois com o software a visualização é instantânea, bastando apenas colocar os comandos corretos.
8	Foi importante conhecer o software. Porém, achei que ele ajudaria mais no meu aprendizado. Acredito que, se aprender mais comandos, manuseá-lo melhor, será ótimo para meu desenvolvimento.
9	Visualização do que foi aprendido através do ensino da disciplina.
10	O software Maple agregou maneiras de resolver exercícios de uma forma mais rápida, penso que deveria ter mais tempo para uma melhor compreensão e da turma.
11	O pouco que utilizei o programa, percebi que fica mais prático na resolução de exercícios.
12	Melhor do que o esperado, porém deve ser ministrado com o quadro negro pois possui linguagem difícil de aprender. Serve como um complemento ao que é ensinado em sala.
13	Foi boa, achei o software prático e rápido para fazer os exercícios, porém no quadro negro os exercícios são feitos com mais detalhes.
14	Acho que as aulas devem ser ministradas primeiramente no quadro negro. Devem ser utilizados software para uma melhor visualização do conteúdo e para estarmos sempre atualizados.
15	Linguagem fácil e criação rápida dos gráficos facilitou o entendimento. Utilizei para verificar resultados durante meus estudos.

Fonte: O Autor (2014).

Com fulcro nos dados, resultados e percepções anteriormente descritas, a seguir fazem-se as considerações finais, elencando as principais constatações e perspectivas para futuras pesquisas.

#### 4.7 SÍNTESE CONCLUSIVA

A partir da análise dos dados levantados pela presente pesquisa quase experimental, foi possível diagnosticar indicativos de que os processos: tradicional e auxiliado por tecnologia, não devem ser vistos como concorrentes entre si mas sim complementares. A mútua complementaridade constitui elemento de sustentação para um modelo de ensino-aprendizagem que contemple as duas abordagens, o que já era apontado pelos estudos de Olímpio Júnior (2006) e Marin e Penteado (2011). Estes dois últimos autores já apontavam que nem todo o conteúdo beneficia-se do processo auxiliado por tecnologia.

Neste sentido, a característica intrínseca do quase experimento – a inexistência de grupo de controle – proporcionou relevante resultado. Fato que



distingue esta pesquisa da absoluta maioria dos estudos levantados sobre o tema. No aspecto de avaliar justamente os benefícios e desafios da combinação do processo tradicional e do auxiliado pela tecnologia, e não meramente a avaliação da aplicação da tecnologia, conforme a estratégia mais comumente adotada por outros pesquisadores.

No entanto, conforme já anteriormente apontado por Durante, Durazzo e Trischitta (2008) a presente pesquisa reforça a relevância de fatores humanos e subjetivos no ensino-aprendizagem auxiliado pela tecnologia, uma vez que a evolução dos alunos na migração de uma abordagem para a outra não foi homogênea e, ao contrário do esperado, ocorreu um aumento significativo da dispersão entre as notas da segunda prova. Isto, por sua vez, reforça as conclusões de bem como por Venter e Prinsloo (2011), no sentido da complexidade de se estabelecer claramente os fatores intervenientes na relação entre a adoção da tecnologia e a melhora no desempenho.

Devido a essas razões, a presente pesquisa também aponta para conclusões semelhantes às de Richt e Farias (2013), Barros (2012), Mallet (2007) e Røyrvik (2001), no sentido da necessidade de um aprofundamento dos estudos quanto à metodologia da adoção e uso da tecnologia, afim de dela extrair o máximo de benefícios.

Por fim, restam comprovados os achados de diversos autores, como Zuzana e Jiri (2006), Kurz e Middleton (2006), Khanshan (2007), Durante, Durazzo e Trischitta (2008), Kaiber e Renz (2008), Sangoiet. al, (2011), Marin e Penteado (2011), Richt et. al (2012), Salleh e Zakaria (2012), Raj (2011), Marin (2013), Nascimento, Lopes e Teixeira (2013) e Stewart (2013), que apontam para benefícios percebidos no desempenho dos discentes a partir da adoção da tecnologia no processo ensino-aprendizagem, como a melhora na motivação, aprimoramento da compreensão dos conteúdos e incremento dos resultados das avaliações.

No próximo e último capítulo, serão feitas as considerações finais referente à pesquisa quase experimental realizada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa quase experimental, realizada com estudantes do curso de Engenharia Civil de uma Instituição de Ensino Superior Privada de Curitiba, Estado do Paraná, teve como objetivo geral comparar o aprendizado entre o processo tradicional (quadro-negro) e o processo auxiliado por tecnologia (software - Maple) no ensino de cálculo para alunos do Engenharia Civil, acrescido de um levantamento sobre outros programas disponíveis para auxiliar no ensino de cálculo, conforme levantamento disponível no Apêndice O.

Verifica-se o cumprimento do objetivo geral do presente estudo, uma vez que a pesquisa quase experimental permitiu o suficiente levantamento de dados para os fins comparativos propostos.

De igual modo, quanto aos objetivos específicos, foram todos plenamente atingidos, a investigação de experimentos sobre ensino de cálculo com auxílio de tecnologia, a verificação dos níveis de conhecimento dos alunos nos tópicos do curso de extensão, a investigação da influência do uso do software Maple no processo ensino-aprendizagem e a apuração da percepção dos alunos quanto à experiência do uso do Maple.

Em resposta ao problema de pesquisa, ficou demonstrado, na população estudada, que houve significativa melhoria no desempenho entre os discentes após a aplicação do software Maple em sala de aula.

De igual modo, a pesquisa demonstrou que, no universo de estudo, o uso do software melhorou a compreensão e percepção do conteúdo, proporcionando uma melhor compreensão da teoria ministrada anteriormente e facilitando a execução dos exercícios bem como a conferência de respostas.

Os dados quantitativos e qualitativos, identificar que, na ótica dos discentes, o modelo ideal de aula é aquele que conjuga o processo tradicional (quadro-negro) e o processo auxiliado por tecnologia (software), com especial foco, respectivamente, para as partes teóricas e práticas. Apesar destes resultados não poderem ser estatisticamente usados para descrever o comportamento de outras populações, tendo em vista a amostra não-aleatória e a ausência de grupo de controle, fatores característicos da pesquisa quase experimental (GIL, 2010), os indicativos aqui elencados justificam o desenvolvimento de novas pesquisas que busquem uma

compreensão mais ampla da correlação entre o uso da tecnologia e o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem.

Recomenda-se que futuros estudos possam não apenas aprofundar a exploração da relação acima comentadas e analisar os efeitos e a relevância das variáveis envolvidas, por parte do discente, do docente e da Instituição, a fim de ampliar a compreensão sobre o fenômeno. Sugere-se, de igual modo, o desenvolvimento de novas pesquisas que possam contribuir para o desenvolvimento de um modelo conceitual capaz de parametrizar e nortear o estabelecimento do adequado equilíbrio entre o uso do processo tradicional e o auxiliado por tecnologia, em diferentes contextos de ensino-aprendizagem e níveis de ensino.

Por fim, propõe-se que futuros estudos explorem, a partir do acompanhamento de alunos egressos das IES, os impactos no desenvolvimento profissional do uso da tecnologia no processo ensino-aprendizagem, comparando a evolução daqueles que tiveram formação exclusivamente pelo método tradicional com a daqueles expostos à conjugação entre o processo tradicional e auxiliado por tecnologia, o que permitirá uma compreensão mais sólida e extensa dos benefícios já indicados pelo presente estudo bem como por outros autores.

Assim, cabe pesquisar se professores, antes de tudo, precisam conhecer as tecnologias disponíveis e dominá-las, para que, em laboratório, possam passar, aos alunos, com segurança e máxima completude, as informações necessárias para que estes alunos possam desenvolver seu potencial com relação à matemática, de forma a poderem contornar as deficiências que não foram sanadas há algumas décadas, quando se primava, no ensino, pelo discurso e a audição, tendo-se, no mais das vezes, a disponibilidade de um quadro negro e giz, para parcas representações.

A pesquisa trouxe a confirmação de outros estudos que a utilização das tecnologias disponíveis auxilia no processo ensino-aprendizagem, proporcionam a possibilidade de manipular de forma dinâmica os objetos matemáticos em multiplicidade de registros, dentro de esquemas interativos.

A interatividade dessas tecnologias disponibilizam dificilmente será alcançada com lápis e papel e, muito menos, quadro negro e giz – fato que conduz a uma proposta de pesquisa futura. As ferramentas interativas fornecidas pelo desenvolvimento tecnológico se sobrepõem, com vantagens, sobre os meios tradicionais aplicados em sala de aula até então. Essas tecnologias têm um papel importante no aprendizado sobre os objetos matemáticos.

## REFERÊNCIAS

ALLEY, C. *et al.* **TI-92 manual de instruções**. Dallas: *Texas Instruments*, 1997.

ARANHA, F. Princípios e aplicações do cálculo financeiro. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 31, n. 3, jul./set. 1991. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901991000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901991000300009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 15 ago. 2014.

ARAÚJO, R.; MOREIRA, L. F. N. Monitoria da disciplina de Cálculo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 33., 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 2005. 1 CD-ROM.

BARROS, A. A. F. **A resolução de problemas físicos com equações diferenciais ordinárias lineares de 1.<sup>a</sup> e 2.<sup>a</sup> ordem**: análise gráfica com o software Maple. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte: 2012.

BLYTH, B. *Maximum problems without calculus: design, teaching and assessment using Maple*. In: *LIGHTHOUSE DELTA 2013: The 9th Delta Conference on teaching and learning of undergraduate mathematics and statistics, 9., 2013, Kiama. Proceedings...*, Kiama, 2013.

BURKE, P. Problemas causados por Gutenberg: a explosão da informação nos primórdios. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 44, p. 173-185, 2002.

CARVALHO, T. F. de; D'OTTAVIANO, I. M. L. *Calculus infinitesimalis*: uma teoria entre a razão e o mito? **Ciência e Educação**, v. 18, n. 4, p. 981-996, 2012. Disponível em: <[http://www.academia.edu/3143923/CALCULUS\\_INFINITESIMALIS\\_UMA\\_TEORIA\\_ENTRE\\_A\\_RAZAO\\_EO\\_MITO\\_Calculus\\_infinitesimalis\\_a\\_theory\\_between\\_reason\\_and\\_myth](http://www.academia.edu/3143923/CALCULUS_INFINITESIMALIS_UMA_TEORIA_ENTRE_A_RAZAO_EO_MITO_Calculus_infinitesimalis_a_theory_between_reason_and_myth)>. Acesso em: 18 ago. 2014.

CENTRO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Conheça o Moodle UFJF. 06 jun. 2012. Disponível em: <[http://www.cead.ufjf.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=238&Itemid=65](http://www.cead.ufjf.br/index.php?option=com_content&view=article&id=238&Itemid=65)>. Acesso em: 08 ago. 2014.

COLOGNA, M. H. Y. T. *et al.* **Análise da utilização de sala de cirurgia com apoio da informática**, v. 4, n. especial, p. 71-82, 1996. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-11691996000700008&lng=e&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11691996000700008&lng=e&nrm=iso)>. Acesso em: 28 mar. 2014.

CORDEIRO, D. M. F. *et al.* Régua de cálculo, uma peça de museu didaticamente atual. In: ENCONTRO NACIONAL DOS GRUPOS PET – ENAPET, 18., 2013, Recife. **Anais...**, Recife, 2013. Disponível em: <<http://www.portalpet.feis.unesp.br/media/grupos/pet-informatica-recife/atividades/xviii-enapet-recife-pe/artigos/R%C3%A9gua%20de%20C%C3%A1lculo,%20uma%20pe%C3%A7a%20de%20museu%20didaticamente%20atual!.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

DUARTE, A. S. A revolução da escrita na Grécia e suas consequências culturais. **Interface**, Botucatu, v. 2, n. 2, fev. 1998. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-32831998000100014](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-32831998000100014)>. Acesso em: 29 mar. 2014.

DURANTE, T.; DURAZZO, G.; TRISCHITTA, A. Teaching interpolation techniques with a numerical tool. **Int. J. Knowledge and Learning**, v. 4, n. 2/3, 2008.

EDUCAÇÃO EM DESTAQUE. **A origem do quadro negro**. Secretaria de Educação e Cultura do Estado da Bahia. 27 fev. 2013. Disponível em: <[http://www.educacaoemdestaque.com/index\\_arquivos/Page2737.htm](http://www.educacaoemdestaque.com/index_arquivos/Page2737.htm)>. Acesso em: 28 mai. 2014.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA. Software. **UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 20 jun. 2014a. Disponível em: <[http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/software\\_index.php](http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/software_index.php)> Acesso em: 02 ago. 2014.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA. Software de geometria. **UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 21 jun. 2014b. Disponível em: <<http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/interfaces/curveexpert.jpg>>. Acesso em: 02 ago. 2014.

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E TECNOLOGIA INFORMÁTICA. **UFRGS** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 21 jun. 2014c. Disponível em: <<http://www2.mat.ufrgs.br/edumatec/software/interfaces/graphmatica.jpg>> Acesso em: 02 ago. 2014.

ESCHER, M. A.; MISKULIN, R. G. S.; SILVA, C. R. M. da. **Reflexões sobre a prática docente em atividades exploratório-investigativa em uma aula de cálculo diferencial I**. São Paulo: Unesp, 2006.

ESTÁCIO. **A história do tablet Estácio**. Disponível em: <<http://www.estacio.br/material-didatico/tablet/>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

FLEMMING, D. M.; GONÇALVES, M. B. **Cálculo A** – funções, limite, derivação, integração. 5. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1992.

GALOPIM, N. “Um pequeno passo para um homem, um salto gigantesco para a humanidade”. **DN CIÊNCIA**. 20 jul. 2009. Disponível em: <[http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content\\_id=1312455](http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1312455) >. Acesso em: 18 jul. 2014.

GIANDINI, V. H.; SALERNO, M. N. La geometria, los ingresantes y el software Maple. **Formación Universitaria**, v. 2, n. 4, p. 23-30, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062009000400004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062009000400004&script=sci_arttext)>. Acesso em: 04 ago. 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HENRIQUES, A.; ATTIE, J. P.; FARIAS, L. M. S. Referências teóricas da didática francesa: análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do software Maple. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 51-81, 2007.

JOSÉ, M. A.; PIQUEIRA, J. R. C.; LOPES, R. D. Introdução à programação quântica. **Rev. Bras. Ensino Fís**, São Paulo, v. 35, n. 1, jan./mar. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172013000100006&script=sci_arttext)>. Acesso em: 26 mar. 2014.

KAIBER, C. T.; RENZ, S. P. Cálculo diferencial e integral: um abordaje utilizando el software Maple. **Paradigma**, Maracay, v. 29, n. 1, jun. 2008.

KATO, L. A.; BELLINI, M. Atribuição de significados biológicos às variáveis da equação logística: uma aplicação do cálculo nas ciências biológicas. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 15, n. 1, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132009000100011&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000100011&lang=pt)>. Acesso em: 19 ago. 2014.

KHANSHAN, A. H. Electrical Two-ports; A Maple Approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION – ICEE, 2007.

KOVACHEVA, T. Use of the maple system in math tuition at universities. **International Journal "Information Technologies and Knowledge"**, v. 1, 2007.

KURZ, T. L.; MIDDLETON, J. A. Using a Functional Approach to Change Preservice Teachers' Understanding of Mathematics Software. **Journal of Research on Technology in Education**, 2006.

LEITHOLD, L. **O cálculo com geometria analítica**. 3. ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1994.

MALLET, D. G. Multiple representations for systems of linear equations via the computer algebra system Maple. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 2, n. 1, p. 16-32, 2007.

MAPLESOFT. **Introdução ao Maple em português**. 2014b. Disponível em: <[http://www.maplesoft.com/demo/streaming/Introducao\\_ao\\_Maple15\\_em\\_Portugues.aspx](http://www.maplesoft.com/demo/streaming/Introducao_ao_Maple15_em_Portugues.aspx)>. Acesso em: 18 ago. 2014.

MAPLESOFT. **Whats is maple: product features**. Waterloo Maple Corporation. 2014a. Disponível em: <<http://www.maplesoft.com/products/maple/demo/player/ClickableMath.aspx>>. Acesso em: 18 ago. 2014.

MAPLESOFT. **Introdução ao Maple em português**. 2014b. Disponível em: <[http://www.maplesoft.com/demo/streaming/Introducao\\_ao\\_Maple15\\_em\\_Portugues.aspx](http://www.maplesoft.com/demo/streaming/Introducao_ao_Maple15_em_Portugues.aspx)>. Acesso em: 18 ago. 2014.

MARIN, D. **O uso de tecnologia de informação e comunicação nas aulas de cálculo diferencial e integral**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia: 2013.

MARIN, D.; PENTEADO, M. G. Professores que utilizam tecnologia de informação e comunicação para ensinar Cálculo. **Educação, Matemática e Pesquisa**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 527-546, 2011.

MELLO, J. C. C. B. S. de; MELLO, M. H. C. S. de. Integração entre o ensino de cálculo e o de pesquisa operacional. **Production**, São Paulo, v. 13, n. 2, 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132003000200012](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132003000200012)>. Acesso em: 16 ago. 2014.

MORIMOTO, C. E. Nas nuvens: entendendo o cloud computing. **Guia do Hardware**. 1 out. 2007. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/livros/hardware/ENIAC.html>>. Acesso em: 14 jun. 2014.

MÜLLER, M. J.; GONÇALVES, N. S.; MÜLLER, T. J. Integral definida: trabalhando conceito e aplicações através de objetos de aprendizagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XLI, 2013, Gramado. **Associação Brasileira de Educação em Engenharia**, Gramado, 2013.

NAGAMINE, A. **Um curso de Maple**. Departamento de Ciências exatas e Tecnologia. Universidade Estadual de Santa Cruz, mar. 2001. Disponível em: <<http://www.alunospgmat.ufba.br/adriano cattai/construcoes/maple/manuais/maple-curso-uesc.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2014.

NASCIMENTO, C. H. S.; LOPES, D. O.; TEIXEIRA, P. C. M. Utilização do software Maple no problema de cálculo: modelagem matemática de um volume de revolução. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba.

NASCIMENTO, J. L. do. Uma metodologia para o cálculo I. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 18., 2000, Ouro Preto. **Associação Brasileira de Educação em Engenharia**, Ouro Preto, 2000.

NISHIDA, E. Y. A origem do papel. **UNESP**. 07 mar. 2011. Disponível em: <[http://www2.ibb.unesp.br/Museu\\_Escola/Ensino\\_Fundamental/Origami/Documentos/indice\\_origami\\_papel.htm](http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Origami/Documentos/indice_origami_papel.htm)>. Acesso em: 09 abr. 2013.

OLIMPIO JUNIOR, A. **Compreensões de conceitos de cálculo diferencial no primeiro ano de matemática** – uma abordagem integrando oralidade, escrita e informática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro: 2006.

OLIVEIRA, L. A. H. G. de; ROCHA, K. K. F.; BITTENCOURT, V. G. Introdução à informática: histórico e evolução. **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, abr. 2004. Disponível em: <[http://www.dca.ufrn.br/~lmarcos/courses/DCA800/pdf/Apresentacao\\_historico.pdf](http://www.dca.ufrn.br/~lmarcos/courses/DCA800/pdf/Apresentacao_historico.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2014.

PISKUNOV, N. **Cálculo diferencial e integral**. 2. ed. São Paulo: Cardoso, 1990.

PIRES, H. F. O surgimento dos primeiros computadores. **Educação Pública**. 2 jun. 2011. Disponível em:

<<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/geografia/0016.html>>. Acesso em: 19 jun. 2014.

PRAŽÁK, P. Selected mathematical concepts and their animation with CAS maple. **Int. J. Cont. Engineering Education and Life-Long Learning**, v. 18, n. 5/6, 2008.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ. Do quadro negro ao tablet. **Newsletter**, ano 1, n. 3, set. 2011. Disponível em:

<[http://www.lami.pucpr.br/newsletter/site\\_news/artigo0103b.php](http://www.lami.pucpr.br/newsletter/site_news/artigo0103b.php)>. Acesso em: 02 mai. 2014.

RAJ, L. L. **Focusing learning on concepts of introductory linear algebra using Maple interactive tutors**. Department of Mathematics and Statistics, Zayed University, United Arab Emirates, 2011.

RENZ, S. P. Cálculo diferencial e integral: um abordaje utilizando el software maple. **Paradigma**, Maracay, v. 29, n. 1, jun. 2008. Disponível em:

<[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1011-22512008000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1011-22512008000100007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 17 ago. 2014.

RICHT, A.; FARIAS, M. M. R. Cálculo diferencial e integral e tecnologias digitais: perspectivas de exploração no software GeoGebra. In: CONGRESO DE EDICACIÓN MATEMÁTICA DE AMÉRICA CENTRAL Y EL CARIBE, 1., 2013.

RICHT, A; BENITES, V. C.; ESCHER, M. A; MISKULIN, R. G. S. Contribuições do software GeoGebra no estudo de cálculo diferencial e integral: uma experiência com alunos do curso de geologia. In: CONFERÊNCIA LATINO AMERICANA DE GEOGEBRA, 1., 2012. Anais..., 2012. p. 90-99,

RICKER, T. **HP celebrates 35th anniversary of HP-35**: launches 35s calculator. 2007. Disponível em: <<http://www.engadget.com/2007/07/13/hp-celebrates-35th-anniversary-of-hp-35-launches-35s-calculator/>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

RØYRVIK, O. Electrical engineering education using Maple. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING EDUCATION, 2001, Oslo. **Proceedings...** Oslo, 2001.

RUSSO, R. **História e evolução do armazenamento digital**. 11 out. 2013. Disponível em: <<http://escreveassim.com.br/2013/10/11/a-historia-e-evolucao-do-armazenamento-digital/>>. Acesso em: 20 jun. 2014.

SABBATINI, R. M. E. Ambiente de ensino e aprendizagem via internet: a plataforma Moodle. **Instituto EDUMED para Educação em Medicina e Saúde**, 25 dez. 2010. Disponível em: <<http://www.ead.edumed.org.br/mod/resource/view.php?id=1>>. Acesso em: 06 ago. 2014.



SALLEH, T. S. A.; ZAKARIA, E. Enhancing students' understanding in integral calculus through the integration of Maple in learning. In: INTERNATIONAL FORUM ON ENGINEERING EDUCATION, 6., 2012.

SALLEH, T. S. A.; ZAKARIA, E. Module for learning integral calculus with maple: Lecturers' views. **TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 11, n. 3, jul. 2012.

SANGOI, E.; ISAIA, S. M. A.; MARTINS, M. M. Aprendizagem significativa da derivada com o uso do software Maple através da metodologia da resolução de problemas. **VIDYA**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 99-109, jan./jun., 2011.

SANT'ANA, C. C.; AMARAL, R. B.; BORBA, M. C. O uso de software na prática profissional do professor de matemática. **Ciênc. educ.**, Bauru, v.18, n.3, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132012000300003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132012000300003&script=sci_arttext)>. Acesso em: 26 jun. 2014.

SASSE, F. D. Aplicações de Maple em cálculo e álgebra linear. Departamento de Matemática – **UDESC**. 18 abr. 2013. Disponível em: <[http://deeke.org/prog\\_maple.pdf](http://deeke.org/prog_maple.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2014.

SILVA, A. C.; LOBOS, C. M. V. Uso de recursos computacionais de cálculo diferencial e integral para ciências agrárias. **USP – Universidade de São Paulo**. Piracicaba, 2013. Disponível em: <[http://www.lce.esalq.usp.br/arquivos/aulas/2014/LCE1112/Relatorio\\_Calculo\\_Ana\\_Caroline.pdf](http://www.lce.esalq.usp.br/arquivos/aulas/2014/LCE1112/Relatorio_Calculo_Ana_Caroline.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2014.

SILVA, D. R. **História da tecnologia**. 2011. Disponível em: <<http://drstecinfo.webnode.com.br/historia/>>. Acesso em: 17 jun. 2014.

SILVA, J. A. F. Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações. **UCB – Universidade Católica de Brasília**. 25 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22005/JoseAugustoFlorentinodaSilva.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

SNARR, H. W.; GOLD, S. C. The design and use of a macroeconomics simulation using maple software: a pilot study. **Developments in Business Simulation and Experiential Learning**, v. 33, 2006.

SOUZA, F. P. de; ASSIS, A. M. M. Ensino de matemática com o Maple para graduação em química. **Estudos**, Goiânia, v. 38, n. 3, p. 433-450, jul./set. 2011.

STEWART, B. Using Maple to visualize atomic orbitals. In: NATIONAL CONFERENCE ON UNDERGRADUATE RESEARCH (NCUR), 2013, Wisconsin. **Proceedings...**, University of Wisconsin La Crosse, 2013.

SWOKOWSKI, E. W. **Cálculo com geometria analítica**. v. 1, 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1992.

TORRES, T. I. M.; GIRAFFA, L. M. M. O ensino do cálculo numa perspectiva histórica: da régua de calcular ao MOODLE. **REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 4, n. 1, p. 18-25, 2009. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.ufsc.br%2Findex.php%2Frevemat%2Farticle%2Fdownload%2F1981-1322.2009v4n1p18%2F12151&ei=piHdU6iqLvHmsASb44KgBQ&usg=AFQjCNHAKUy9Gs\\_h577QUSG-OyUGyJCeVw&sig2=e96\\_KJtF2z2ji8C2Wb3KQ&bvm=bv.72197243,d.cWc](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.ufsc.br%2Findex.php%2Frevemat%2Farticle%2Fdownload%2F1981-1322.2009v4n1p18%2F12151&ei=piHdU6iqLvHmsASb44KgBQ&usg=AFQjCNHAKUy9Gs_h577QUSG-OyUGyJCeVw&sig2=e96_KJtF2z2ji8C2Wb3KQ&bvm=bv.72197243,d.cWc)>. Acesso em: 19 jun. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**. Disponível em: <[http://www.novo.ppgep.ufpr.br/site/?page\\_id=114](http://www.novo.ppgep.ufpr.br/site/?page_id=114)>. Acesso em: 19 ago. 2014.

VALENTE, L. Letras e memória: uma breve história da escrita. **ComCiência**, Campinas, n. 113, 2009. Disponível em: <[http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542009000900013&lng=pt&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000900013&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 17 jul. 2014.

VARGAS, M. História da matematização da natureza. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 10, n. 28, set./dez. 1996. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141996000300011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141996000300011)>. Acesso em: 17 ago. 2014.

VENTER, A.; PRINSLOO, P. The paradox between technology adoption and student success: a case study. **Progressio**, v. 33, n. 1, p. 43-62, 2011.

VERASZTO, E. V. *et al.* Influência da sociedade no desenvolvimento tecnológico: um estudo das concepções de graduandos brasileiros do estado de São Paulo. **Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 6, n. 17, jul./dez.2011. Disponível em: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132011000200009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132011000200009)>. Acesso em: 28 jul. 2014.

ZUZANA, C.; JIRI, H. Scientific computing and visualization with maple in economics and economic research. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECONOMICS AND BUSINESS ADMINISTRATION, 2013. **Proceedings...** 2013.

ZUZANA, C.; JIRI, H. **Education of economics with Maple**. Recent advances in applied & biomedical informatics and computational engineering in systems applications, 2006.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL

### QUESTIONÁRIO: INFORMAÇÕES DO ALUNO (A) Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

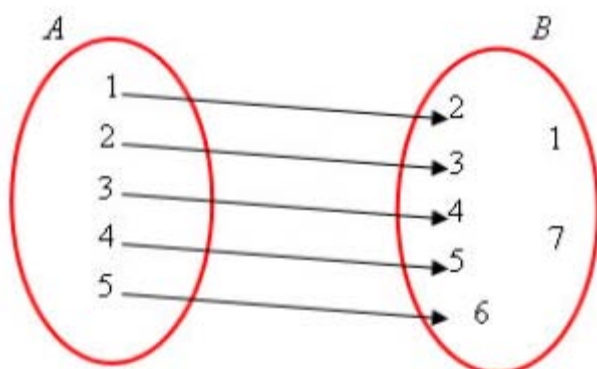
Nome Completo: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_ Sexo: M \_\_\_ F \_\_\_  
 Curso: \_\_\_\_\_ Naturalidade: \_\_\_\_\_ Tem irmãos: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Mora com os Pais: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Mora em casa própria: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Possui veículo próprio:  
 Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Casado: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Tem Filho(s): Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Quantos: \_\_\_  
 Tem outra formação superior: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Qual \_\_\_\_\_  
 Reprovou no Ensino Fundamental: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Reprovou no Ensino Médio: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Realizou o Ensino Fundamental em: Escola Pública \_\_\_\_\_ Escola Privada \_\_\_\_\_ Em ambas \_\_\_\_\_  
 Realizou o Ensino Médio em: Escola Pública \_\_\_\_\_ Escola Privada \_\_\_\_\_ Em ambas \_\_\_\_\_  
 Qual o grau de instrução do pai: Ensino Fundamental \_\_\_ Ensino Médio \_\_\_ Ensino Superior \_\_\_ Sem  
 Escolaridade \_\_\_  
 Qual o grau de instrução da mãe: Ensino Fundamental \_\_\_ Ensino Médio \_\_\_ Ensino Superior \_\_\_ Sem  
 Escolaridade \_\_\_  
 Qual a renda média salarial da família em que vive atualmente em salários mínimos – Sendo Salário  
 Mínimo R\$724,00  
 1 a 3 \_\_\_ 4 a 6 \_\_\_ 7 a 10 \_\_\_ Mais de 10 \_\_\_  
 Você realizou o ENEM: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Você realizou o Vestibular: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Você realizou o Vestibular em quais Instituições de Ensino Superior:  
 UFPR \_\_\_ UNIBRASIL \_\_\_ PUC-PR \_\_\_ UTP \_\_\_ UP \_\_\_  
 UTFPR \_\_\_ Radial \_\_\_ FACEAR \_\_\_ Outras \_\_\_ Quais \_\_\_\_\_  
 Você acha que seu aprendizado será melhor se a aula for dada com o uso do: Quadro Negro \_\_\_ Software  
 Educacionais \_\_\_  
 Qual a disciplina que tem maior afinidade: Matemática \_\_\_ Física \_\_\_ Química \_\_\_  
 Outra \_\_\_ Qual \_\_\_\_\_  
 Você tem Computador em Casa: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Quantos \_\_\_ Você gosta de usar as tecnologias:  
 Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Você trabalha: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Em que área: \_\_\_\_\_ Qual o horário \_\_\_\_\_  
 Você faz Estágio: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Em que área: \_\_\_\_\_ Qual o horário \_\_\_\_\_  
 Quantas horas por semana você estuda o conteúdo lecionado em sala de aula: 0-2 \_\_\_ 3-4 \_\_\_ 5-6 \_\_\_ 7-8  
 \_\_\_ Ou mais \_\_\_  
 Você utiliza o computador para estudar: Sim \_\_\_ Não \_\_\_  
 Você tem hábito de leitura: Sim \_\_\_ Não \_\_\_  
 Você utiliza software educacionais para estudar: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Qual \_\_\_\_\_  
 Já tentou fazer Engenharia antes: Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Qual \_\_\_\_\_ Onde: \_\_\_\_\_  
 Já tentou fazer outros cursos diferentes de Engenharia antes:  
 Não \_\_\_ Sim \_\_\_ Qual \_\_\_\_\_ Onde: \_\_\_\_\_  
 Você obteve informações sobre o curso que iria cursar no Ensino Superior: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Por que você escolheu o curso de Engenharia : \_\_\_\_\_  
 Qual o seu objetivo com o curso de Engenharia : \_\_\_\_\_  
 Você financia o curso: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Você tem familiares que estudaram Engenharia: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Você tem tempo para ter aulas de apoio no contraturno: Não \_\_\_ Sim \_\_\_  
 Qual o principal motivo que fará você desistir do curso:  
 Parte Financeira \_\_\_ Reprovação nas disciplinas \_\_\_  
 Dificuldades de aprendizado \_\_\_ Falta de tempo para estudar \_\_\_ Outro \_\_\_ Qual: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B – CONCEITO DE FUNÇÕES

Define-se função uma expressão matemática que relaciona dois valores pertencentes a conjuntos diferentes, mas com relações entre si.

A lei de formação que intitula uma determinada função possui três características básicas: **domínio, contradomínio e imagem**. Essas características podem ser representadas por um diagrama de flechas, conforme exemplo a seguir:

Ex 1: Dada a seguinte função  $f(x) = x + 1$ , e os conjuntos  $A(1, 2, 3, 4, 5)$  e  $B(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$ . Vamos construir o diagrama de flechas:



Nessa situação, temos que:

**Domínio:** representado por todos os elementos do conjunto A.

$$D = (1, 2, 3, 4, 5)$$

**Contradomínio:** representado por todos os elementos do conjunto B.

$$C = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$$

**Imagem:** representada pelos elementos do contradomínio (conjunto B) que possuem correspondência com o domínio (conjunto A).

$$I = (2, 3, 4, 5, 6)$$

## GRÁFICO DE UMA FUNÇÃO

Uma vez estabelecidos o Domínio, o Contradomínio e a correspondência entre seus elementos, o conjunto dos pares  $(x,y)$  obtidos pela fórmula podem ser tabelados e associados a pontos do Plano Cartesiano. Cada ponto do gráfico é obtido pela intersecção de uma reta vertical traçada a partir de um valor de  $x$  (abscissa) com uma reta horizontal traçada a partir de um valor de  $y$  (ordenada). A figura geométrica assim obtida é o *gráfico da função*.

## FUNÇÃO DE VARIÁVEL REAL

As funções que tem como Domínio e Contradomínio o conjunto dos números reais ou parte dele são chamadas de função de variável real. Muitas funções deste tipo são dadas somente por uma fórmula, sem nenhuma referência ao Domínio ou Contradomínio. Neste caso, adotamos para Domínio, o mais amplo conjunto de números reais, para os quais as operações indicadas na fórmula são possíveis e para Contradomínio o conjunto dos reais. Alguns valores convenientes da variável  $x$  podem ser escolhidos para montar uma tabela e os pontos do gráfico podem ser ligados por uma linha suave.

Analisando a fórmula, podemos determinar o Domínio e em muitos casos também o conjunto Imagem da função. A partir do gráfico, podemos visualizar o Domínio como sendo a projeção do gráfico sobre o eixo  $x$  e o conjunto Imagem como sendo a projeção do gráfico sobre o eixo  $y$ .

## FUNÇÕES RELACIONADAS COM PROBLEMAS PRÁTICOS

Inúmeros problemas práticos podem ser resolvidos e interpretados utilizando-se o conceito de função. Frequentemente as funções são utilizadas como *modelos matemáticos*, ou seja, utilizadas como aproximação aceitável de um fenômeno real, com a finalidade de entendê-lo, e se possível fazer previsões sobre o seu comportamento.

Ex 1: Um fazendeiro dispõe de 40m de tela e deseja cercar uma área retangular utilizando um muro como um dos lados, para fazer um jardim. Determine:

- A função  $A(x)$ , onde  $x$  (comprimento de um dos lados) é a variável independente em metros e  $A$  (área do retângulo) é a variável dependente em metros quadrados;
- A partir do gráfico da função, estime o valor de  $x$  para que a área do jardim seja máxima.

## APÊNDICE C – AULA SOBRE FUNÇÃO AFIM

### FUNÇÃO PRIMEIRO GRAU OU FUNÇÃO AFIM

Também chamada de função linear, possui o formato  $y = mx + b$ , onde **m** é coeficiente angular da reta e **b** é o coeficiente linear ( $x = 0$ ).

Coeficiente angular de uma reta

Sejam  $P(x_1, y_1)$  e  $Q(x_2, y_2)$  pontos de uma reta  $L$  não vertical. Seu coeficiente angular é:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

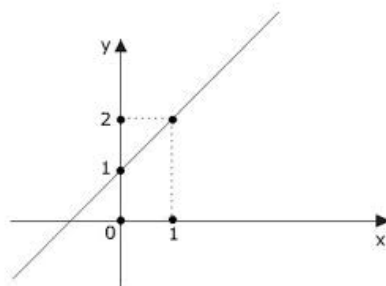
Se  $m > 0$  – reta crescente

Se  $m < 0$  – reta decrescente

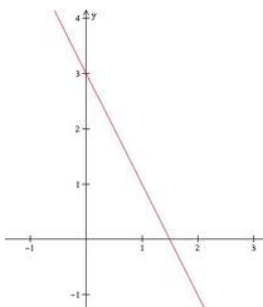
Se  $m = 0$  – reta horizontal

Se  $m$  não existe – reta vertical

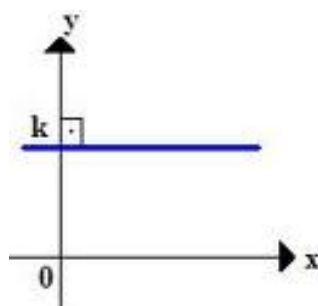
Exemplo 1: reta crescente  $y = x + 1$



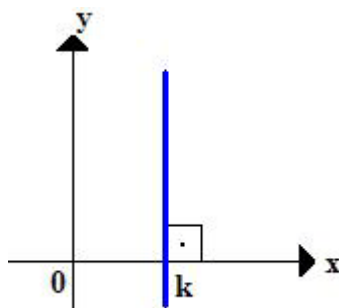
Exemplo 2: reta decrescente  $y = -2x + 3$



Exemplo 3: reta horizontal  $y = 4$



Exemplo 4: reta vertical  $x = 2$



Equação Ponto/Coefficiente angular

A equação  $y - y_1 = m(x - x_1)$  é a equação da reta que passa pelo ponto  $(x_1, y_1)$  e tem coeficiente angular igual a  $m$ .

Equação Reduzida da reta

A equação  $y = mx + b$  é a equação reduzida da reta com coeficiente angular  $m$  e coeficiente linear  $b$ .

## APÊNDICE D – AULA SOBRE FUNÇÃO QUADRÁTICA

### FUNÇÃO POLINOMIAL DO 2º GRAU OU FUNÇÃO QUADRÁTICA

Dados os números reais  $a$ ,  $b$  e  $c$ , sendo  $a \neq 0$ , definimos função polinomial do 2º grau aquela onde  $y = f(x) = ax^2 + bx + c$ :

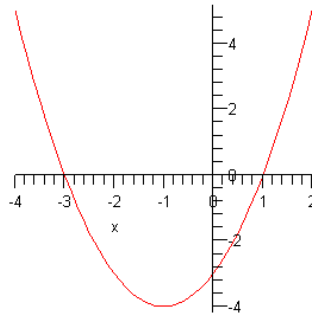
Onde  $f : \mathfrak{R} \rightarrow \mathfrak{R} / f(x) = ax^2 + bx + c, a \in \mathfrak{R}^*, b, c \in \mathfrak{R}$

Para  $a > 0$ , a concavidade da parábola é voltada para cima (exemplo 1).

Para  $a < 0$ , a concavidade da parábola é voltada para baixo (exemplo 2).

Exemplo 1:  $f(x) = x^2 + 2x - 3$

X	Y
-4	5
-3	0
-1	-4
1	0
2	5

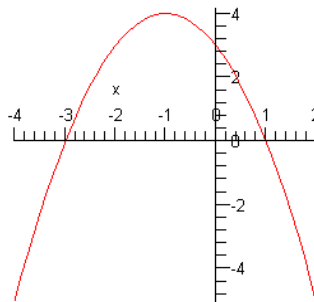


$$D(f) = \mathfrak{R}$$

$$Im(f) = [-4, +\infty)$$

Exemplo 2:  $f(x) = -x^2 - 2x + 3$

X	Y
-4	-5
-3	0
-1	4
1	0
2	-5



$$D(f) = \mathfrak{R}$$

$$Im(f) = (-\infty, 4]$$



## RAÍZES DA FUNÇÃO DO SEGUNDO GRAU:

São raízes de uma função do segundo grau os valores de  $x$  para o qual  $y$  vale zero.

Fórmula de Bhaskara:

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a} \text{ e } x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Se aplicarmos a fórmula para o exemplo 1:  $f(x) = x^2 + 2x - 3$

Então:  $x^2 + 2x - 3 = 0$

$$\Delta = (2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-3)$$

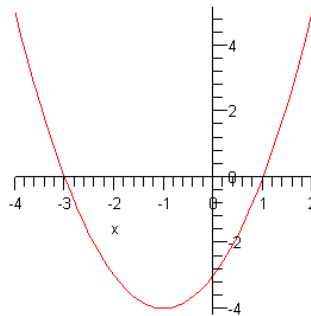
$$\Delta = 16$$

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x_1 = \frac{-2 + \sqrt{16}}{2} = \frac{-2 + 4}{2} = 1$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x_2 = \frac{-2 - \sqrt{16}}{2} = \frac{-2 - 4}{2} = -3$$



Na fórmula de Bhaskara, se o cálculo para  $\Delta = b^2 - 4ac$  for:

$\Delta > 0$  - temos duas raízes reais e diferentes

$\Delta = 0$  - temos duas raízes reais e iguais

$\Delta < 0$  - não existem raízes reais

**APÊNDICE E – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÕES - LISTA 1**  
 DEVERÁ SER RESOLVIDA EM CASA EM FOLHA SULFITE A4, GRAMPEADA E ENTREGUE NO DIA 20/08/2014 INDIVIDUALMENTE. VALOR 10,0

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO</b>	
NOME: _____	DATA: ____ / ____ / ____
CURSO: _____	
PERÍODO: _____	

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA</b>	
VISTO DA PROFESSORA _____	DATA: ____ / ____ / ____ Nota: _____

1) Dadas às funções, calcule os valores solicitados.

a)  $f(x) = 2x^2 + 3x + 1$       b)  $g(x) = x + \frac{1}{x}$

**Valor 1 ponto** a.1)  $f(1) =$                       **Valor 1 ponto** b.1)  $g(-2) =$

**Valor 1 ponto** a.2)  $f(a + 1) =$                       **Valor 1 ponto** b.2)  $g(b) =$

2) Um objeto solto do alto de uma torre, tem sua altura  $h(t)$  em metros, após  $t$  segundos, dada por:  $h(t) = -4t^2 + 64$ .

- |   |                      |
|---|----------------------|
| a) Qual a distância do objeto até o solo após 2 segundos? | <b>Valor 1 ponto</b> |
| b) Que distância o objeto percorreu após 3 segundos?      | <b>Valor 1 ponto</b> |
| c) Em que instante o objeto atingiu o solo?               | <b>Valor 1 ponto</b> |
| d) Qual é a altura da torre?                              | <b>Valor 1 ponto</b> |

3) Uma caixa em forma de paralelepípedo tem base quadrada com lado  $x$ , altura  $y$  e volume igual a  $324 \text{ cm}^3$ . O material da base custa R\$ 2,00 por  $\text{cm}^2$  e o da tampa e dos demais lados custa R\$ 1,00 por  $\text{cm}^2$ . Escreva a fórmula do custo total  $C$  da caixa em função de  $x$ .

**Valor 1 ponto**

4) Um vendedor recebe mensalmente um salário composto de duas partes: uma parte fixa, no valor de \$ 1.000,00 e uma parte variável que corresponde a uma comissão de 18% do total de vendas que ele fez durante o mês. Expressar a função que representa seu salário mensal.

**Valor 1 ponto**

**APÊNDICE F – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO AFIM –  
PROCESSO TRADICIONAL - LISTA 2**

DEVERÁ SER RESOLVIDA EM CASA EM FOLHA SULFITE A4, GRAMPEADA E ENTREGUE NO DIA 20/08/2014 INDIVIDUALMENTE. VALOR 10,0

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO</b>	
NOME: _____	DATA: ____ / ____ / ____
CURSO: _____	
PERÍODO: _____	

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA</b>	
VISTO DA PROFESSORA _____	DATA: ____ / ____ / ____ Nota: _____

1. Represente graficamente a função  $y = 2x - 4$  **Valor 2 pontos**
2. Represente graficamente a função  $f(x) - 1 = -x$  **Valor 2 pontos**
3. Represente graficamente as funções  $y = 6x$ ,  $y = 3x$  e  $y = x$ , em um mesmo plano cartesiano. **Valor 2 pontos**
4. Represente graficamente a função paralela a  $y - 2x = -8$  que apresenta coeficiente linear 1. **Valor 2 pontos**
5. Represente graficamente a função que apresenta coeficiente angular nulo e coeficiente independente 3. **Valor 2 pontos**

## APÊNDICE G – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO

### QUADRÁTICA – PROCESSO TRADICIONAL - LISTA 3

DEVERÁ SER RESOLVIDA EM CASA EM FOLHA SULFITE A4, GRAMPEADA E ENTREGUE NO DIA 20/08/2014 INDIVIDUALMENTE. VALOR 10,0

#### ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_

PERÍODO: \_\_\_\_\_

#### ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA

VISTO DA PROFESSORA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

1. Represente graficamente a função  $y = x^2 - 5x + 6$  **Valor 2 pontos**

2. Represente graficamente a função  $f(x) + 5 = -x^2 + 6x$  **Valor 2 pontos**

3. Represente graficamente as funções:  $y - x^2 = -9$ ,  $y = -x^2 + 9$

**Valor 2 pontos**

4. Represente graficamente a função quadrática que apresenta

coeficientes  $c = 4$ ,  $a = -1$   $b = 0$

**Valor 2 pontos:**

5. Represente graficamente a função quadrática que apresenta

coeficiente  $a = 2$  e raízes iguais a:  $-2$  e  $1$

**Valor 2 pontos**

**APÊNDICE H – PROVA DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO DE FUNÇÃO  
AFIM E FUNÇÃO QUADRÁTICA – PROCESSO TRADICIONAL**

Início da Prova: 17:10h Término da Prova: 18:50h Tempo total: 100minutos

A prova apresenta 10 questões, cada questão vale 1 ponto

Hora que o aluno iniciou a prova \_\_\_\_:\_\_\_\_h Hora que o aluno terminou a prova \_\_\_\_:\_\_\_\_h

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ PERÍODO: \_\_\_\_\_

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA**

VISTO DA PROFESSORA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_/\_\_/\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

1. Represente graficamente a função  $y = -x^2 + 7x - 12$
2. Represente graficamente a função  $f(x) + 2 = x$
3. Represente graficamente as funções:  $y + x^2 = 16$ ,  $y = x^2 - 16$  em um mesmo plano cartesiano
4. Represente graficamente a função paralela a  $y + 3x = 9$  que apresenta coeficiente independente igual a 2.
5. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficiente  $a = -1$  e raízes iguais a: 3 e 5
6. Represente graficamente a função  $y = -3x + 6$
7. Represente graficamente a função  $f(x) + 14 = 2x^2 - 12x$
8. Represente graficamente as funções  $y = -x$ ,  $y = -2x$  e  $y = -4x$ , em um mesmo plano cartesiano.
9. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficientes  $a = 1, c = -9, b = 0$
10. Represente graficamente a função que apresenta coeficiente angular nulo e coeficiente linear igual a 2.

**APÊNDICE I – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO AFIM –  
COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA - LISTA 4**

DEVERÁ SER RESOLVIDA COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MAPLE EM CASA EM FOLHA SULFITE A4, GRAMPEADA E ENTREGUE NO DIA 29/08/2014 INDIVIDUALMENTE. VALOR 10,0

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_

PERÍODO: \_\_\_\_\_

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA**

VISTO DA PROFESSORA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

1. Represente graficamente a função que apresenta coeficiente angular nulo e coeficiente independente 2. **Valor 2 pontos**
2. Represente graficamente a função paralela a  $y + 4x = -4$  que apresenta coeficiente linear 1. **Valor 2 pontos**
3. Represente graficamente a função  $f(x) + 2 = 2x$  **Valor 2 pontos**
4. Represente graficamente as funções  $y = 3x$ ,  $y = 6x$  e  $y = 9x$ , em um mesmo plano cartesiano. **Valor 2 pontos**
5. Represente graficamente a função  $y = 6x + 6$  **Valor 2 pontos**

**APÊNDICE J – EXERCÍCIOS DE APERFEIÇOAMENTO DE FUNÇÃO  
QUADRÁTICA – COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA - LISTA 5**

DEVERÁ SER RESOLVIDA COM A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MAPLE EM CASA EM FOLHA SULFITE A4, GRAMPEADA E ENTREGUE NO DIA 29/08/2014 INDIVIDUALMENTE. VALOR 10,0

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO</b>	
NOME: _____	DATA: ____/____/____
CURSO: _____	
PERÍODO: _____	

<b>ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA</b>	
VISTO DA PROFESSORA _____	DATA: ____/____/____ Nota: _____

1. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficiente  $a = -3$  e raízes iguais a: 3 e 4 **Valor 2 pontos**
2. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficientes  $c = -9$ ,  $a = 1$   $b = 0$  **Valor 2 pontos:**
3. Represente graficamente a função  $f(x) - 4 = x^2 - 5x$  **Valor 2 pontos**
4. Represente graficamente as funções:  $y - x^2 = -4$ ,  $y = -x^2 + 4$  **Valor 2 pontos**
5. Represente graficamente a função  $y = -x^2 + 4x - 4$  **Valor 2 pontos**

**APÊNDICE K - PROVA DE VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTO: FUNÇÃO AFIM  
E FUNÇÃO QUADRÁTICA COM O AUXÍLIO DA TECNOLOGIA  
SOFTWARE - MAPLE**

Início da Prova: 17:10h Término da Prova: 18:50h Tempo total: 100 minutos

A prova apresenta 10 questões, cada questão vale 1 ponto.

Hora que o aluno iniciou a prova \_\_\_\_:\_\_\_\_h Hora que o aluno terminou a prova \_\_\_\_:\_\_\_\_h

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DO ALUNO**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

CURSO: \_\_\_\_\_ PERÍODO: \_\_\_\_\_

**ÁREA RESTRITA AO PREENCHIMENTO DA PROFESSORA**

VISTO DA PROFESSORA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

1. Represente graficamente a função  $y = 7x - 7$
2. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficientes,  $c = 8$   $b = 0$   $a = -2$
3. Represente graficamente a função paralela a  $y - 4x = -8$  que apresenta coeficiente independente igual a 5
4. Represente graficamente as funções  $y = 2x$ ,  $y = 5x$  e  $y = 9x$  em um mesmo plano cartesiano.
5. Represente graficamente as funções:  $y = -x^2 + 36$ ,  $y - x^2 = -36$  em um mesmo plano cartesiano.
6. Represente graficamente a função quadrática que apresenta coeficiente  $a = 4$  e raízes iguais a: - 2 e -3
7. Represente graficamente a função que apresenta coeficiente angular nulo e coeficiente linear igual a 8.
8. Represente graficamente a função  $f(x) - 72 = -3x^2 - 6x$
9. Represente graficamente a função  $f(x) - 3 = -x$
10. Represente graficamente a função  $y = x^2 - 9x + 20$



## APÊNDICE L – QUESTIONÁRIO: QUADRO NEGRO E SOFTWARE MAPLE

### CONTEÚDOS: FUNÇÃO AFIM E FUNÇÃO QUADRÁTICA

Nome Completo: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Instrução:** Para cada uma das questões abaixo, assinale apenas uma das opções disponíveis.

1. O ensino das disciplinas deve ser:  
 Somente no Quadro Negro       Somente com Software       Quadro Negro e Software
2. Você conseguiu instalar o demonstrativo do software Maple:  Sim  Não - Justifique: \_\_\_\_\_
3. Você tentou usar os recursos do software Maple antes da aula:  Não       Sim
4. Você gostaria que os professores utilizassem software nas disciplinas da Engenharia:  Não  Sim
5. Você tem interesse em continuar utilizando o software Maple em seus estudos:  Não       Sim
6. Você julgou a linguagem/comandos de programação do software Maple:  Fácil     Média       Difícil
7. O software Maple contribuiu para resolver os exercícios mais rápido do que sem a sua utilização:  Não  Sim
8. A utilização do software Maple contribuiu para uma melhor visualização dos conteúdos:  Não       Sim
9. Em sua opinião, o seu desempenho foi melhor nas listas de exercícios resolvidas:  
 Sem o Uso do Maple       Com o uso Maple
10. Em sua opinião, seu desempenho na prova foi melhor:  Sem o Uso do Maple       Com o uso Maple
11. Sua concentração em aula foi maior quando ministrada:  Sem o Software       Com o Software
12. Em relação à sua expectativa prévia quanto ao uso de software educacional em sala, a experiência foi:  
 Pior       Compatível à minha expectativa       Melhor
13. Você aprendeu mais detalhes dos conteúdos quando foram ensinados usando:  
 Quadro Negro       Com o Software Maple
14. Você conseguiu interpretar melhor os resultados dos conteúdos quando foram ensinados usando:  
 Quadro Negro       Com o Software Maple
15. O Software Maple proporcionou vantagens em relação ao Quadro Negro, no seu aprendizado:  
 Não  Sim- Quais \_\_\_\_\_
16. Obter os resultados corretos usando o Software Maple indica que:  
 Usou os comandos corretos e Aprendeu os Conteúdos       Apenas Usou os comandos corretos
17. O software Maple contribuiu no entendimento da teoria dos conteúdos:  
 [0 a 20]%     [21 a 40]%     [41 a 60]%     [61 a 80]%     [81 a 100]%
18. A utilização do software Maple contribuiu para o seu aprendizado:  
 Não-Justifique: \_\_\_\_\_  
 Sim-Justifique: \_\_\_\_\_
19. Descreva como foi sua experiência de aprendizagem com o Software Maple:  


---


---


---

## APÊNDICE M – NOTAS DOS ALUNOS NO PROCESSO DA PESQUISA

PROCESSO TRADICIONAL (QUADRO-NEGRO)															
Alunos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
<b>Lista 2</b>	2	6	3	2	7	4	6	3	5	7	6,5	5	7,5	10	9,5
<b>Lista 3</b>	0	1	6	5	7,5	4	7	7	10	9,5	8,5	9	8	9	10
<b>Prova</b>	0	0,5	1	5	0,5	7,25	2,6	7	4,25	5,5	7,25	9	7,75	9	8,6
<b>Média</b>	0,7	2,5	3,3	4	5	5,1	5,2	5,7	6,4	7,3	7,4	7,7	7,8	9,3	9,4
PROCESSO AUXILIADO PELA TECNOLOGIA (SOFTWARE MAPLE)															
Alunos	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
<b>Lista 4</b>	0	8	6	6	0	0	0	10	10	8	8	10	9	10	0
<b>Lista 5</b>	0	8	0	6	0	0	0	8	9	10	10	10	10	10	0
<b>Prova</b>	5	6	6	7	9	6	7	10	9	8	8	10	9	10	10
<b>Média</b>	1,7	7,3	4	6,3	3	2	2,3	9,3	9,3	8,7	8,7	10	9,3	10	3,3

Fonte: O Autor (2014).

## APÊNDICE N – QUADRO DAS FOTOS DAS AULAS

Processo Tradicional	Processo Auxiliado pela Tecnologia Software - Maple
	
	
 <p>13/08/2014 18:42</p>	
 <p>20/08/2014 19:31</p>	

Fonte: O Autor (2014).

## APÊNDICE O – LEVANTAMENTO DOS SOFTWARE PARA MATEMÁTICA

### Maple

**Versão Atual:** 18

**Nome do Fabricante:** Maplesoft

**Nacionalidade(s):** EUA, Europa e Japão (subsidiária da multinacional Cybernet)

**Site Oficial:** [www.maplesoft.com/products/maple/](http://www.maplesoft.com/products/maple/)

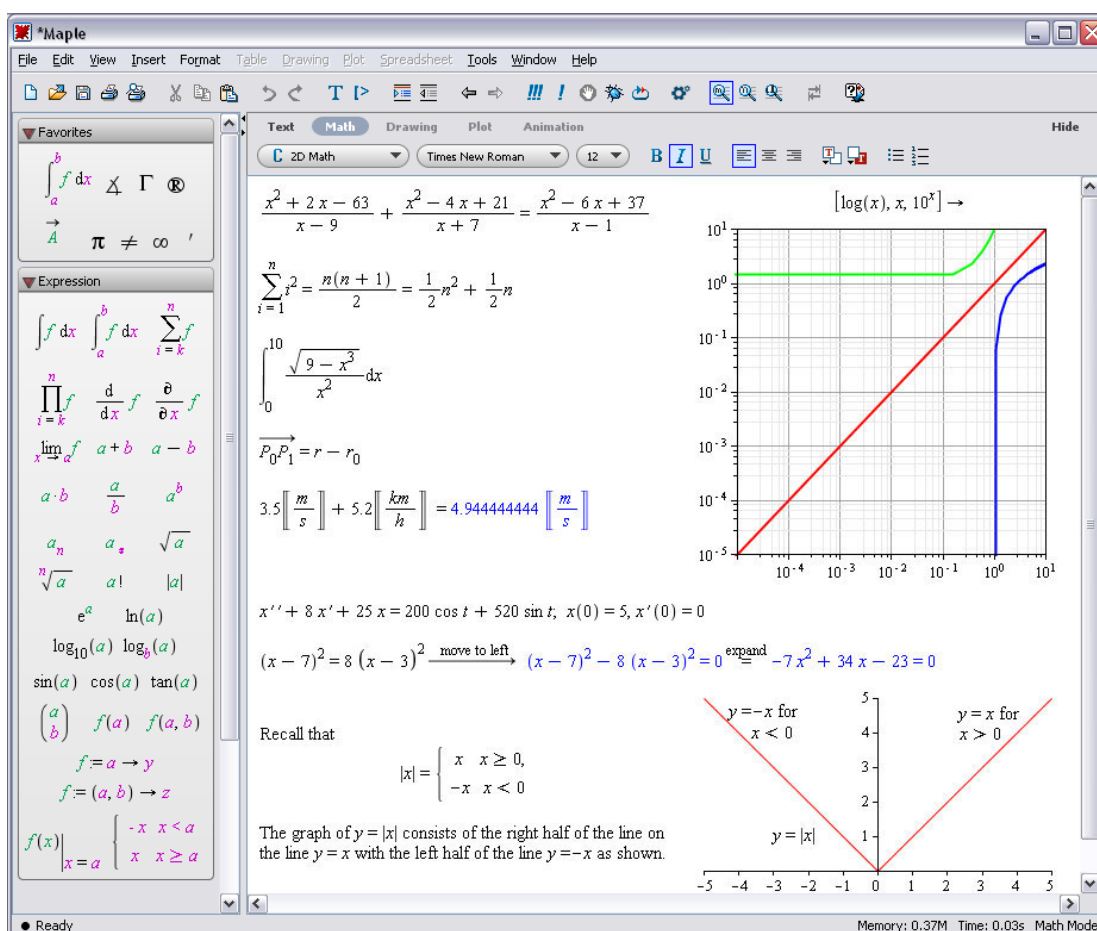
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac e Unix

**Licenciamento:** Pago

**Versão de Demonstração:** Sim

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Sim

**Principais funções:** Matemática simbólica e numérica, resolução de equações, equações diferenciais, álgebra linear, problemas de otimização, cálculo diferencial, unidades e dimensões, tolerância.



Fonte: [www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com) (2014).

## MatLab

**Versão Atual:**8.3 (R2014a)

**Nome do Fabricante:**Maplesoft

**Nacionalidade(s) :** EUA

**Site Oficial:**www.mathworks.com

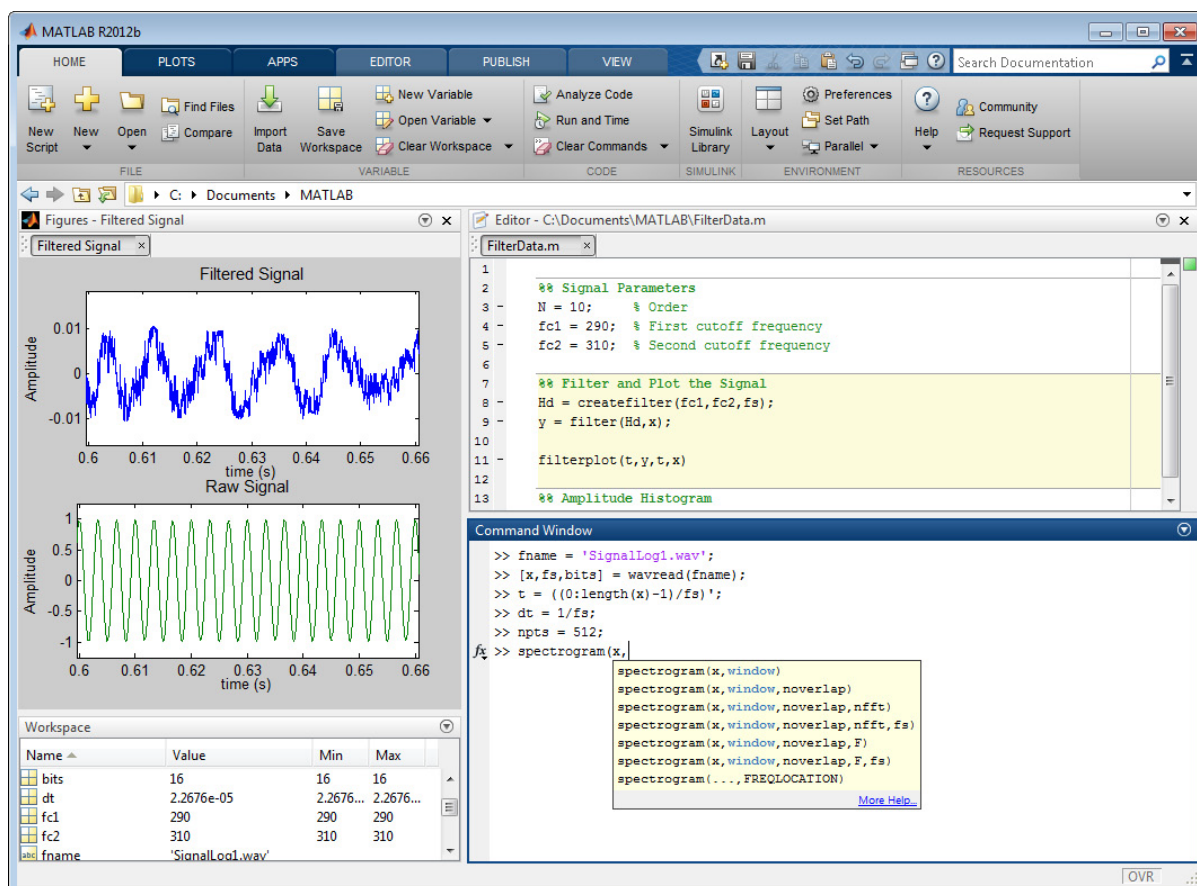
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac e Linux

**Licenciamento:** Pago

**Versão de Demonstração:** Sim

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Sim

**Principais funções:** Interpolação, regressão, cálculo integral, cálculo diferencial, sistema de equações, análise de Fourier e matrizes.



Fonte: www.mathworks.com (2014).

## Scilab

**Versão Atual:**5.5.0

**Nome do Fabricante:**ScilabEnterprises

**Nacionalidade(s):** França

**Site Oficial:**www.scilab.org

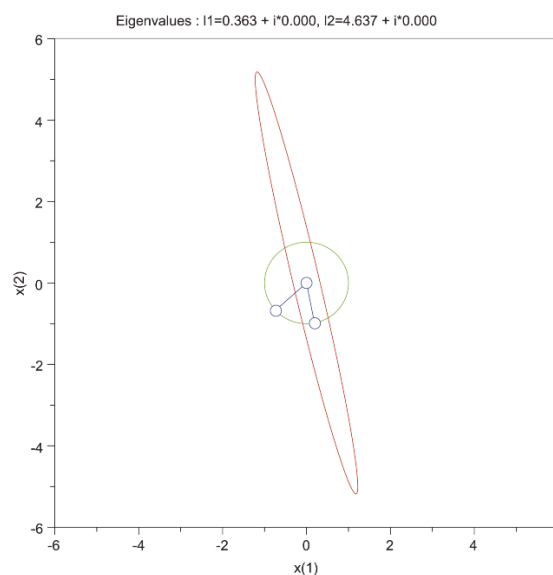
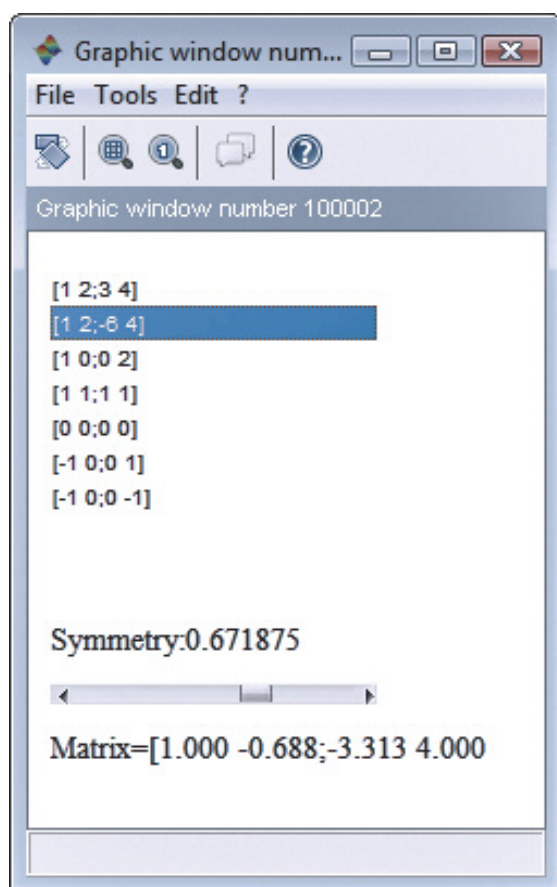
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac e Linux

**Licenciamento:** Gratuito e com código aberto (open source)

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Funções matemática elementares, álgebra linear, matrizes, funções polinomiais, funções racionais e sistemas de equações diferenciais.



Fonte: www.scilab.org (2014).



## Maxima

**Versão Atual:** 5.31.2 (baseado no DOE-MACSYMA, desenvolvido nos anos 60 pelo MIT)

**Nome do Fabricante:** University of Texas

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:** maxima.sourceforge.net

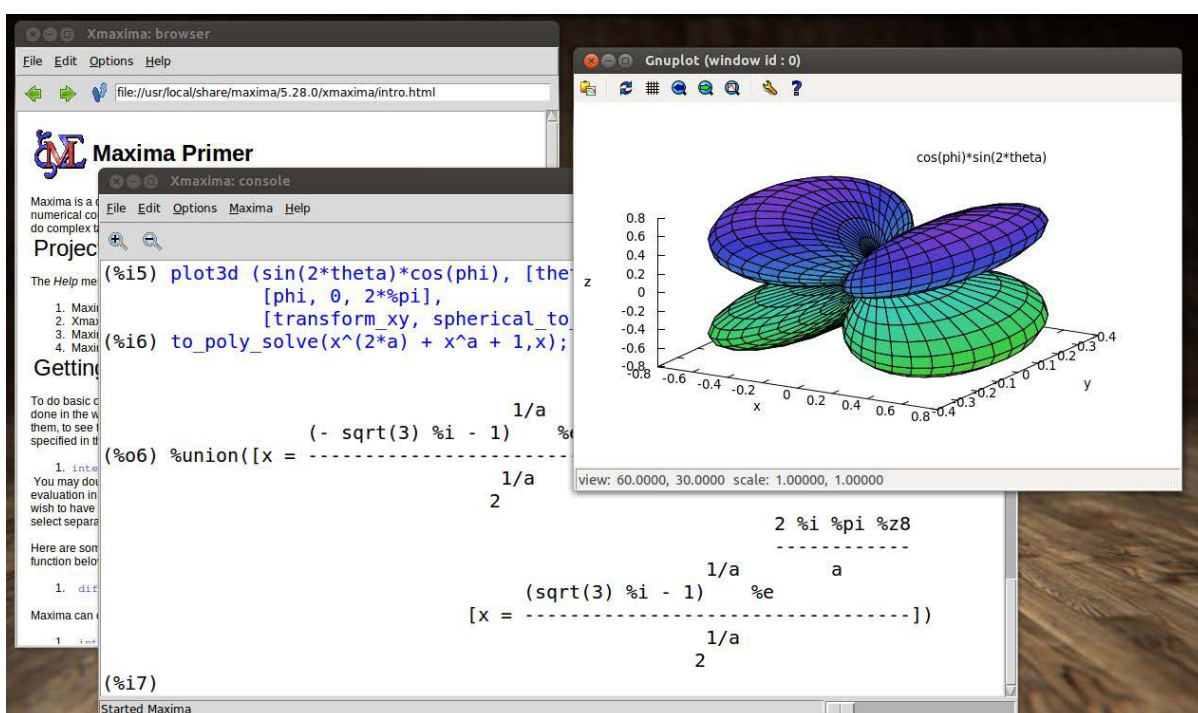
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac e Linux

**Licenciamento:** Gratuito e com código aberto (open source)

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Manipulação de expressões numéricas e simbólicas, integração, diferenciação, séries de Taylor, transformações de Laplace, equações diferenciais, sistemas de equações, equações polinomiais, vetores e matrizes.



Fonte: [www.maxima.sourceforge.net](http://www.maxima.sourceforge.net) (2014).

## Mathematica

**Versão Atual:** 9

**Nome do Fabricante:** WolframResearch

**Nacionalidade(s):** EUA, Europa e Japão

**Site Oficial:** [www.wolfram.com/mathematica](http://www.wolfram.com/mathematica)

**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac e Linux

**Licenciamento:** Pago

**Versão de Demonstração:** Sim

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Sim

**Principais funções:** Diferenciação, integração, séries, transformadas integrais, operadores diferenciais, cálculo simbólico, cálculo numérico, equações, probabilidade, estatística, álgebra linear, séries, equações diferenciais estocásticas, álgebra polinomial e funções especiais.

The screenshot shows the Wolfram Mathematica 8.0 interface. The window title is "Wolfram Mathematica 8.0 - [Untitled-3 \*]". The menu bar includes File, Edit, Insert, Format, Cell, Graphics, Evaluation, Palettes, Window, and Help. The main content area displays a presentation slide titled "Presentations" with sub-sections "Slide Show" and "Traditional form for results". The slide content shows the input  $\text{In}[59]:= \int \frac{1}{1-x^3} dx$  and the output  $\text{Out}[59]= \frac{1}{6} \log(x^2 + x + 1) - \frac{1}{3} \log(1-x) + \frac{\tan^{-1}\left(\frac{2x+1}{\sqrt{3}}\right)}{\sqrt{3}}$ . A play button icon is visible next to the input. The status bar at the bottom indicates "Slide 7 of 7" and "100%".

Fonte: [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com) (2014).



## Winplot

**Versão Atual:** Compilação de 13 de Setembro 2012

**Nome do Fabricante:** RickParris / Departamento da Phillips Exeter Academy

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:** [math.exeter.edu/rparris/winplot.html](http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html)

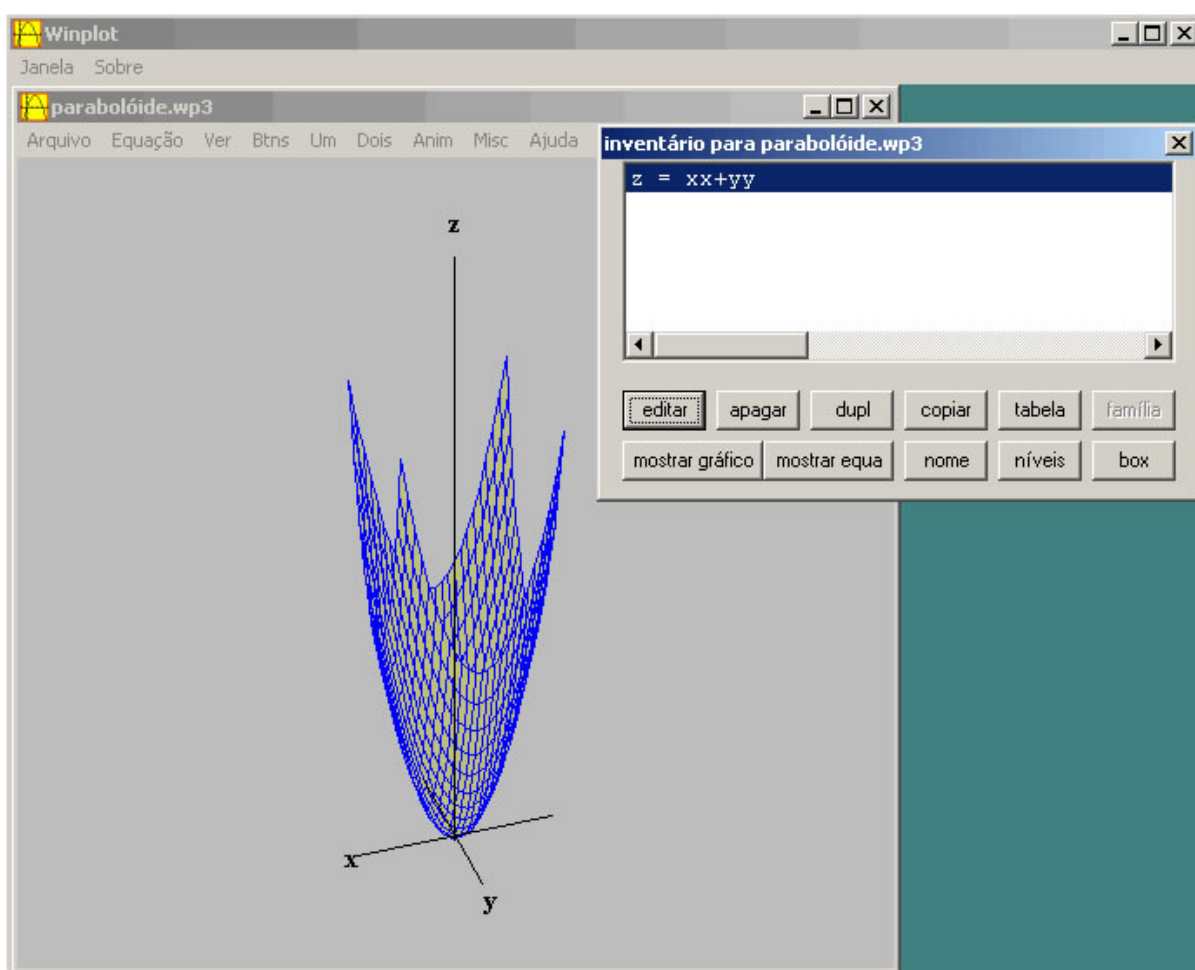
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows

**Licenciamento:** Gratuito porém sem código aberto.

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Diferenciação, equações, inequações e integração.



Fonte: [www.math.exeter.edu](http://www.math.exeter.edu) (2014).

## GeoGebra

**Versão Atual:** 4.4

**Nome do Fabricante:** RickParris / Departamento da Phillips Exeter Academy

**Nacionalidade(s):** Multinacional

**Site Oficial:** www.geogebra.org

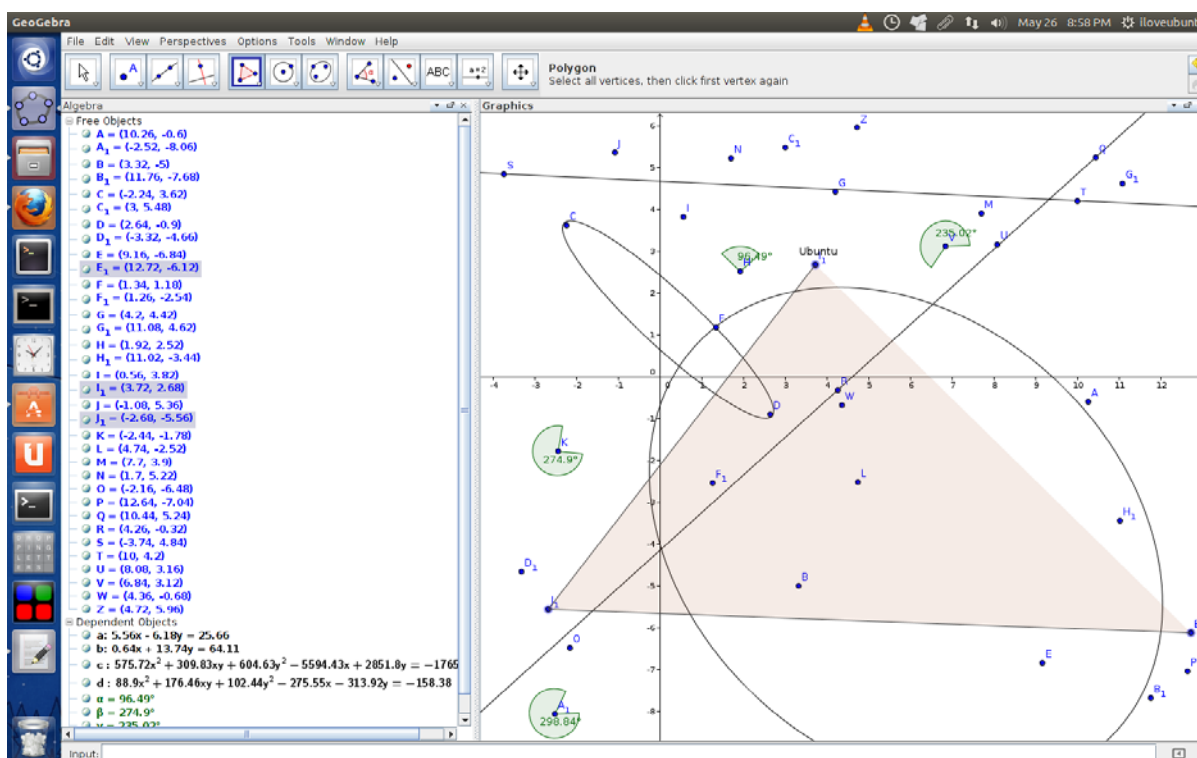
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows, Mac, Linux, iPad, Android e Windows Tablet

**Licenciamento:** Gratuito (para fins não comerciais) porém sem código aberto.

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo (integral e diferencial)



Fonte: www.geogebra.org (2014).

## Wolfram Alpha Pro

**Versão Atual:** 2014

**Nome do Fabricante:** Wolfram Research

**Nacionalidade(s):** EUA, Europa e Japão

**Site Oficial:** [www.wolframalpha.com/pro](http://www.wolframalpha.com/pro)

**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Acesso web para qualquer plataforma desktop ou móvel.

**Licenciamento:** Pago

**Versão de Demonstração:** Sim, com recursos limitados

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Sim

**Principais funções:** matemática elementar, matemática discreta, funções, álgebra, integração, diferenciação, geometria e matemática avançada.

PRO MOBILE APPS PRODUCTS EXAMPLES BLOG ABOUT WOLFRAM SITES

Making Wolfram|Alpha free to all wouldn't be possible without the support of our Pro subscribers. Help us make even more of the world computable in 2014 by going Pro. [Go Pro](#)

**WolframAlpha** computational knowledge engine

integrate sin x dx from x=0 to pi

Examples Random

Definite integral:

$$\int_0^\pi \sin(x) dx = 2$$

Visual representation of the integral:

Riemann sums: [More cases](#)

New to Wolfram|Alpha? [Take the Tour >>](#)

Fonte: [www.wolframalpha.com](http://www.wolframalpha.com) (2014).

## Mathway

**Versão Atual:** 2014

**Nome do Fabricante:** Mathway

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:** [www.mathway.com](http://www.mathway.com)

**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Acesso web para qualquer plataforma desktop ou móvel.

**Licenciamento:** Gratuito

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (acesso gratuito)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (acesso gratuito)

**Principais funções:** matemática básica, pré-álgebra, álgebra, geometria, trigonometria, pré-cálculo, cálculo e estatística.

The screenshot displays the Mathway website interface. At the top, there is a navigation bar with the Mathway logo and a 'Sign In' button. Below this, a horizontal menu lists various math topics: Basic Math, Pre-Algebra, Algebra, Geometry, Trigonometry, Precalculus, Calculus (highlighted), Statistics, and Finite Math. A sidebar on the left contains options for 'Problem', 'Graph', 'Worksheet', and 'Glossary'. The main content area shows a math problem:  $\int \sin(x) dx$ . Below the problem, there is a dropdown menu set to 'Evaluate' and an 'Answer' button. The answer displayed is  $-\cos(x) + C$  with a checkmark. A modal box prompts the user to 'Upgrade now for all the step-by-step work and explanations, with no advertisements!' and includes a 'View Steps' button. On the right side, there is an advertisement featuring a photo of two children and the text: 'The Red Cross gave us hope.' with a Red Cross logo.

Fonte: [www.mathway.com](http://www.mathway.com) (2014).

## Mathstudio

**Versão Atual:**5.3

**Nome do Fabricante:**PomegranateApps

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:**www.mathstudioapp.com

**Sistemas Operacionais Compatíveis:**Aplicativo para dispositivos móveis (Android, iPhone iPad) e versão com acesso web para qualquer plataforma desktop ou móvel.

**Licenciamento:**Pago

**Versão de Demonstração:**Sim, na versão web, com recursos reduzidos.

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não.

**Principais funções:**matemática básica, conversões, trigonometria, álgebra, cálculo e binômios.

The screenshot displays the MathStudio Beta app interface. The main window shows several mathematical operations and their results:

- DSolve** (R<sup>n</sup>q'(t)=q(t)/C=U<sup>n</sup>sin(t), q(t), no): 
$$\frac{C^2RU \cos(t)}{C^2R^2+1} + \frac{C^2RU e^{-t/CR}}{C^2R^2+1} + \frac{CU \sin(t)}{C^2R^2+1} + e^{-t/CR}$$
- DSolve** (x'(t)=6<sup>n</sup>sin(t)/x(t), x(t), y(#pi/4)=z): 
$$\sqrt{-12 \cos(t) + \frac{12}{\sqrt{2}} + 4} + \sqrt{-12 \cos(t) + \frac{12}{\sqrt{2}} + 4}$$
- Gradient** (f(r, #theta, #phi), [r, #theta, #phi], z): 
$$\left[ D(f(r, \theta, \phi), r), \frac{D(f(r, \theta, \phi), \theta)}{r}, \frac{\csc(\theta) D(f(r, \theta, \phi), \phi)}{r} \right]$$
- FourierSin** (exp(a<sup>n</sup>t)<sup>n</sup>sin(2t)<sup>n</sup>cos(t), t, w): 
$$\frac{a \sqrt{\frac{2}{\pi}}}{4(a^2+w^2-2w+1)} + \frac{a \sqrt{\frac{2}{\pi}}}{4(a^2+w^2-6w+9)} + \frac{a \sqrt{\frac{2}{\pi}}}{4(a^2+w^2+6w+9)} + \frac{a \sqrt{\frac{2}{\pi}}}{4(a^2+w^2+2w+1)}$$
- Series** (Ei(x), x, 7): 
$$0.000028344671x^7 + 0.000231481481x^6 + \frac{x^5}{600} + \frac{x^4}{96} + \frac{x^3}{18} + \frac{x^2}{4} + x + \gamma + \ln(x)$$
- SolveSystem** ([x<sup>2</sup>+2y<sup>2</sup>+cos(z)-w<sup>2</sup>=0, 3x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>+sin(z)<sup>2</sup>-w<sup>2</sup>=0, -2x<sup>2</sup>-y<sup>2</sup>-cos(z)+w<sup>2</sup>=0, -x<sup>2</sup>-2y<sup>2</sup>-cos(z)<sup>2</sup>+w<sup>2</sup>=0], [w,x,y,z], [-1,1,0,0]): 
$$\begin{matrix} w & x & y & z \end{matrix}$$

The right sidebar contains a menu with categories: Basic Expressions, Algebra, Solving Quadratic Equations, Graphing, and Time Graphing. Below the main window, a detailed view of the derivative of  $D(x^6+3x^5-4x^3+x-1)$  is shown, resulting in  $6x^5 + 15x^4 - 12x^2 + 1$ . Other examples include the derivative of  $\cos(x)\sin(x)$  and the product rule for  $f(x)g(x)$ .

Fonte: www.mathstudioapp.com (2014).

## Octave

**Versão Atual:**3.8.1

**Nome do Fabricante:**John W. Eaton

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:**[www.gnu.org/software/octave](http://www.gnu.org/software/octave)

**Sistemas Operacionais Compatíveis:**Linux, BSD, Windows e Mac

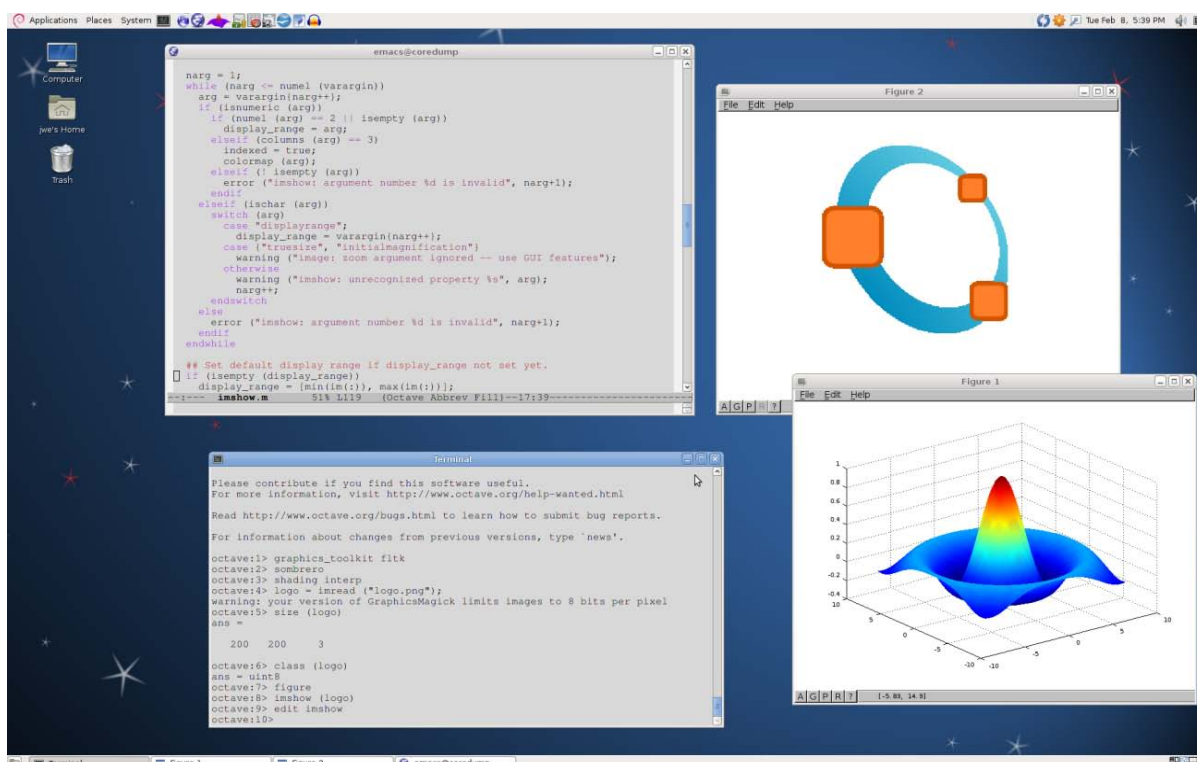
**Licenciamento:**Software livre de código aberto.

**Versão de Demonstração:**Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:**Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Interpolação, regressão, cálculo integral, cálculo diferencial, sistema de equações, análise de Fourier e matrizes.

**Obs.:** A linguagem é bastante similar ao Matlab, portanto grande parte das programações podem ser importadas.



Fonte: [www.gnu.org](http://www.gnu.org) (2014).

## Axiom

**Versão Atual:** Maio de 2012

**Nome do Fabricante:** Tim Daly

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:** [www.axiom-developer.org](http://www.axiom-developer.org)

**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Linux e Windows

**Licenciamento:** Software livre de código aberto.

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Integração, diferenciação, matrizes e vetores.

```
(1) -> 1+1
(1) 2
Type: PositiveInteger

(2) -> integrate(1/x^(1/3),x)
      3+--+2
      3\|x
(2)  -----
      2
Type: Union(Expression Integer,...)

(1) -> m:SQMATRIX(2,INT) := squareMatrix matrix [[0,1],[-1,0]]
      + 0 1+
      |  |
(1)  +- 1 0+
Type: SquareMatrix(2,Integer)

(2) -> n:SQMATRIX(2,SQMATRIX(2,INT)) := squareMatrix matrix [[m,m^2],[m^3,m^4]]
      ++ 0 1+ +- 1 0 ++
      ||  | |  |  ||
(2)  |+- 1 0+ + 0 - 1+|
      |  |  |  |  |
      |+0 - 1+ +1 0+ |
      ||  | |  |  ||
      ++1 0+ + 0 1+ +
Type: SquareMatrix(2,SquareMatrix(2,Integer))

(3) -> o:SQMATRIX(2,SQMATRIX(2,SQMATRIX(2,INT))) := squareMatrix matrix [[n,n^2],[n^3,n^4]]
      +++ 0 1+ +- 1 0 ++ +- 1 1 + +- 1 - 1+++
      |||  | |  |  ||  ||  | |  |  ||| |
      ||+- 1 0+ + 0 - 1+| |+- 1 - 1+ + 1 - 1+||
      ||  |  |  |  |  |  |  |  |  ||
      ||+0 - 1+ +1 0+ | | +1 - 1+ + 1 1+ ||
      |||  | |  |  |  ||  ||  | |  |  |||
      |+++1 0+ + 0 1+ + + +1 1 + +- 1 1+ +|
(3)  |  |  |  |  |  |  |  |  |
      |+++ 2 0+ + 0 - 2++ +- 2 - 2+ +2 - 2+ +|
      |||  | |  |  ||  ||  | |  |  |||
      ||+ 0 - 2+ +2 0 +| | + 2 - 2+ +2 2 + ||
      ||  |  |  |  |  |  |  |  |  ||
      || +2 0+ + 0 2+| | + 2 2+ +- 2 2 +|
      ||  | |  |  |  ||  ||  | |  |  |||
      ++ +0 2+ +- 2 0++ + +- 2 2+ +- 2 - 2+++
Type: SquareMatrix(2,SquareMatrix(2,SquareMatrix(2,Integer)))

(4) ->
```



## SAGE Math

**Versão Atual:**6.2

**Nome do Fabricante:**Desenvolvimento Colaborativo (+ de 300 autores e coautores)

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:**[www.sagemath.org](http://www.sagemath.org)

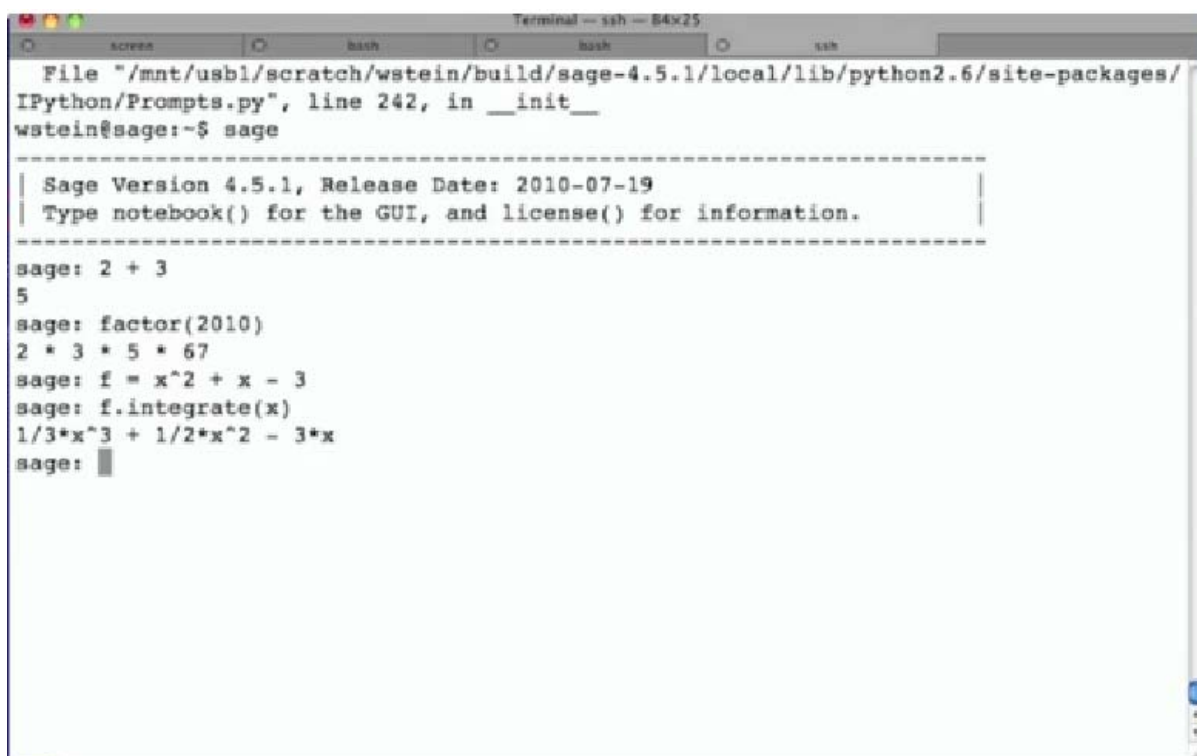
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Linux, Mac, Windows e versão com acesso web para qualquer plataforma desktop ou móvel.

**Licenciamento:**Software livre de código aberto.

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Álgebra, integração, diferenciação, teoria dos números, criptografia, teoria dos grupos, etc.



```
Terminal -- ssh -- 84x25
File "/mnt/usb1/scratch/wstein/build/sage-4.5.1/local/lib/python2.6/site-packages/
IPython/Prompts.py", line 242, in __init__
wstein@sage:~$ sage
-----
| Sage Version 4.5.1, Release Date: 2010-07-19
| Type notebook() for the GUI, and license() for information.
-----
sage: 2 + 3
5
sage: factor(2010)
2 * 3 * 5 * 67
sage: f = x^2 + x - 3
sage: f.integrate(x)
1/3*x^3 + 1/2*x^2 - 3*x
sage: █
```

Fonte: [www.sagemath.org](http://www.sagemath.org) (2014).



## MathMechanixs

**Versão Atual:**1.5.0.3

**Nome do Fabricante:**MathMechanixs, LLC.

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:**www.mathmechanixs.com

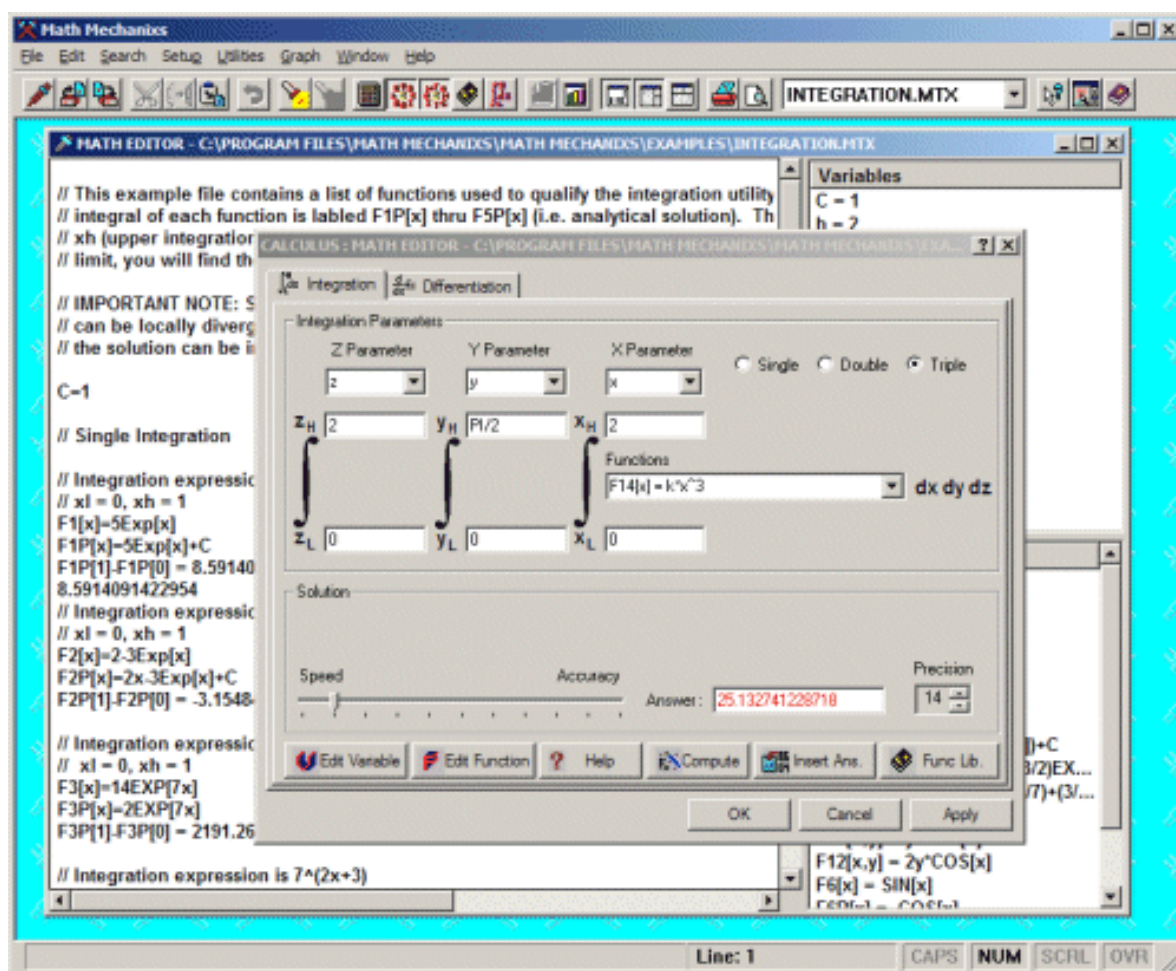
**Sistemas Operacionais Compatíveis:**Windows

**Licenciamento:**Pago

**Versão de Demonstração:**Sim

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não

**Principais funções:** Cálculo, matrizes, ajuste de curva, trigonometria, geometria e estatística.



Fonte: www.mathmechanixs.com (2014).

## FC-Win

**Versão Atual:**3.0 (Escrito em Fortran)

**Nome do Fabricante:**Optimal Designs Enterprise

**Nacionalidade(s):** EUA

**Site Oficial:**www.digitalcalculus.com

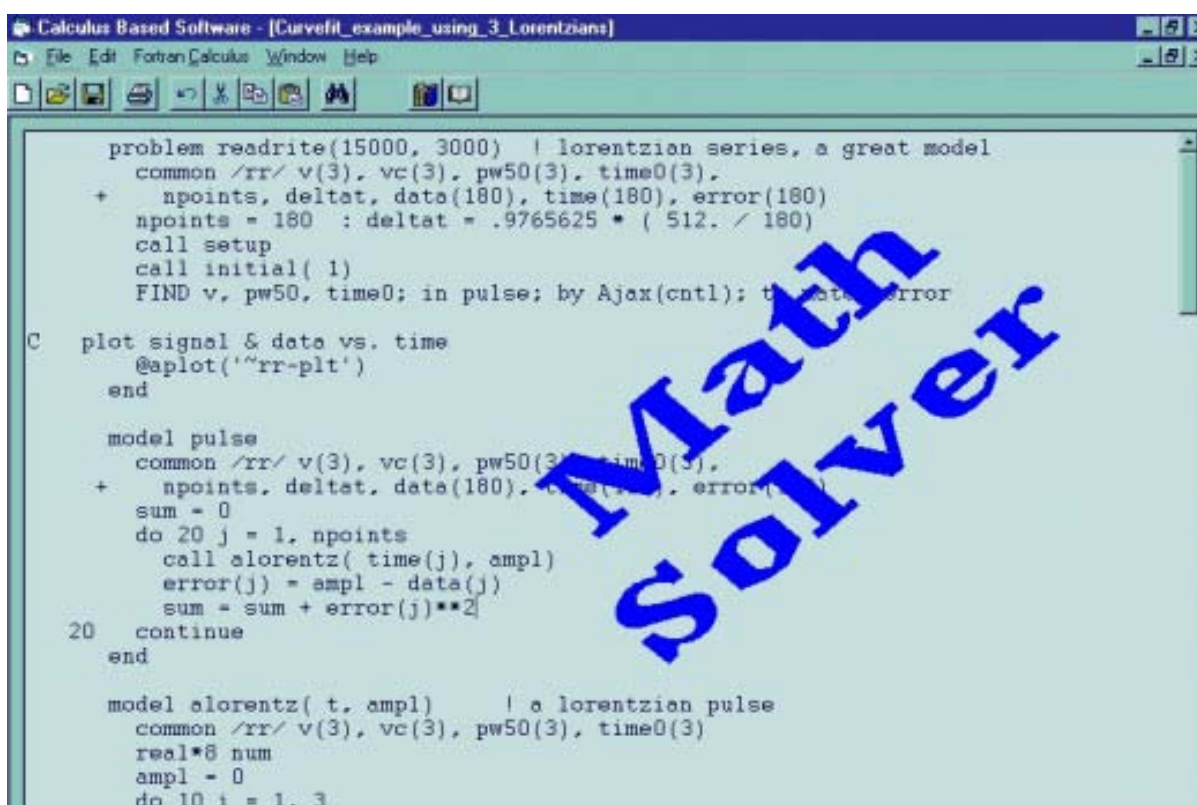
**Sistemas Operacionais Compatíveis:** Windows

**Licenciamento:**Software livre

**Versão de Demonstração:** Não aplicável (software livre)

**Licenciamento Especial para Fins Educacionais:** Não aplicável (software livre)

**Principais funções:** Cálculo integral e diferencial, ajuste de curva, etc.



```

Calculus Based Software - [Curvefit_example_using_3_Lorentzians]
File Edit Fortran Calculus Window Help

problem readrite(15000, 3000) ! lorentzian series, a great model
common /rr/ v(3), vc(3), pw50(3), time0(3).
+ npoints, deltat, data(180), time(180), error(180)
npoints = 180 : deltat = .9765625 * ( 512. / 180)
call setup
call initial( 1)
  FIND v, pw50, time0; in pulse; by Ajax(cnt1); t, data, error

C plot signal & data vs. time
  @aplot('~rr-plt')
  end

model pulse
  common /rr/ v(3), vc(3), pw50(3), time0(3).
+ npoints, deltat, data(180), time(180), error(180)
  sum = 0
  do 20 j = 1, npoints
    call alorentz( time(j), ampl)
    error(j) = ampl - data(j)
    sum = sum + error(j)**2
20 continue
  end

model alorentz( t, ampl) ! a lorentzian pulse
  common /rr/ v(3), vc(3), pw50(3), time0(3)
  real*8 num
  ampl = 0
  do 10 i = 1, 3

```

Fonte: www.digitalcalculus.com (2014).