



I M



UFRJ



Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Instituto de Matemática – IM

Núcleo de Computação Eletrônica – NCE

Programa de Pós-Graduação em Informática

RENATA PINHEIRO CARDOSO

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO
DO AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL
WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS LINEARES
COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Rio de Janeiro - RJ

Dezembro de 2004

Renata Pinheiro Cardoso

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO
DO AMBIENTE DE MODELAGEM COMPUTACIONAL
WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE GRÁFICOS LINEARES
COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Informática,
Núcleo de Computação Eletrônica - NCE,
Instituto de Matemática - IM, Universidade
Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte
dos requisitos necessários à obtenção do título
de Mestre em Informática.

Orientador:

Prof. Fábio Ferrentini Sampaio, Ph. D.

Rio de Janeiro - RJ
2004

Cardoso, Renata Pinheiro.

Um estudo exploratório sobre a utilização do ambiente de modelagem computacional WLinkIt na introdução de gráficos lineares com alunos da 7ª série do ensino fundamental / Renata Pinheiro Cardoso. Rio de Janeiro, 2004.

xix, 258f.; il.

Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, 2004.

Orientador: Fábio Ferrentini Sampaio

1. Modelagem Computacional – Teses. 2. Aprendizagem Exploratória – Teses. 3. Gráficos Lineares – Teses. I. Sampaio, Fábio Ferrentini (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Matemática. Núcleo de Computação Eletrônica. III. Título

CDD

Renata Pinheiro Cardoso

**UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE DE
MODELAGEM COMPUTACIONAL WLINKIT NA INTRODUÇÃO DE
GRÁFICOS LINEARES COM ALUNOS DA 7ª SÉRIE DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Informática, Núcleo de Computação Eletrônica - NCE, Instituto de Matemática - IM, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Informática.

Aprovada por:

Prof. Fábio Ferrentini Sampaio – Orientador (UFRJ)
Ph.D., University of London, UL, London, Inglaterra, 1996

Prof. Laércio Ferracioli (UFES)
Ph.D., University of London, UL, London, Inglaterra, 1994

Profª. Claudia Coelho de Segadas Vianna (UFRJ)
Ph.D., University of London, UL, Inglaterra, 1998

Profª Drª Adriana Benevides Soares (UGF/ UERJ/UFRJ)
D.Sc., Université de Paris Sud, U. PARIS XI, França, 1995

Rio de Janeiro, 10 de Dezembro de 2004.

Dedicatória

*Aos meus Pais,
Fernando Gil e Maria Amélia,
irmãos, Carla e Fernando Carlos,
e marido, Marcio,
que não mediram esforços para promover
meu crescimento pessoal e profissional.*

Agradecimentos

Um trabalho desta natureza não teria sido possível sem o apoio de várias pessoas, a quem quero aqui deixar os meus sinceros agradecimentos.

Quero agradecer, em primeiro lugar, ao Professor Dr. Fábio Ferrentini Sampaio, pela confiança que em mim depositou, aceitando orientar esta dissertação. Pelo estímulo continuado, pelas numerosas críticas, correções e sugestões que me foi fazendo ao longo da redação, indicando a direção a ser tomada nos momentos de maior dificuldade. Estou-lhe grata, também, pelo afeto e amizade, sem os quais seria impossível concluir esta pesquisa.

Aos professores Marcos Elia e Claudia Motta pela dedicação e contribuições durante esta jornada.

Aos amigos de turma, pela convivência e apoio durante estes anos de estudos. Pela atenção e carinho das amigas Gianna e Maria Teresa, como também pela escuta e convivência fraterna em todos os momentos. Vocês são únicos e, tenham certeza, de que a contribuição de cada um de vocês estará refletida, para sempre, em minha maneira de ser.

Aos familiares pelo incentivo, apoio moral e afetivo para o desenvolvimento deste trabalho. Sei que sempre estiveram ao meu lado. Obrigada por tudo.

Por fim, ao Marcio, meu namorado no início dos estudos e marido no final. Obrigada pela paciência de me "agüentar" nos momentos de mau humor e quando estava em apuros em diferentes momentos da dissertação, estando sempre pronto a me socorrer e não foram poucas as ocasiões.

Resumo

Esta pesquisa trata de um estudo exploratório sobre a utilização do ambiente de Modelagem Computacional WLinkIt no ensino de construção e interpretação de gráficos lineares, tópicos integrantes do currículo de Matemática dos Ensinos Fundamental e Médio. O experimento foi realizado em 2003 com alunos da 7ª série do Ensino Fundamental que até o momento da pesquisa não tiveram explicações formais sobre o assunto em questão e não conheciam Modelagem Dinâmica. A base teórica e a motivação para o desenvolvimento desse trabalho encontram-se nas propostas sugeridas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ministério da Educação e Cultura, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e Modelagem Computacional em ambientes de ensino. Foi elaborado um material instrucional específico articulando problemas da vida diária, envolvendo atividades que exploraram o conteúdo curricular mencionado e habilidades para o manuseio da ferramenta, organizado para ser desenvolvido em 4 encontros com duração aproximada de 1 hora e 30 minutos no laboratório do colégio. Os estudantes foram agrupados em duplas e apenas o primeiro encontro foi ministrado com todas as duplas juntas. Os dados são de natureza qualitativa, obtidos por meio de gravação em áudio das atividades e da gravação dos modelos computacionais construídos pelos alunos, incluindo-se o material escrito produzido pelas duplas. Esses dados foram analisados primeiro por dupla e posteriormente por atividade. Utilizou-se a técnica de Rede Sistêmica para a sistematização dos dados coletados e para a construção de quadros, resumindo o comportamento de cada dupla nas atividades desenvolvidas, nos quais consideraram-se aspectos relacionados à construção e interpretação de gráficos lineares. Os resultados sugerem que os estudantes foram capazes de usar a ferramenta proposta com destreza, utilizando-a como um instrumento para construção e extração de dados dos gráficos apresentados, reconhecendo, localizando e classificando as variações ocorridas, assim como intervalos de maior e/ou menor decrescimento.

Abstract

This research is an exploratory study about the use of a Computational Modeling tool called WLinkIt in teaching of linear graphics construction and interpretation, which are part of the Mathematics syllabus of Brazilian high schools. The experiment was held in 2003 with seventh grade students, who had no formal explanations about the matter and knew nothing about Dynamic Modeling, at the beginning of the research. The theoretical basis and the motivation to develop this study come from the *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ministério da Educação e Cultura* and *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*, guidelines for high school teaching, and Computational Modeling in education. An specific instructional material was produced, considering daily life problems, involving activities that explored the syllabus content, and abilities for the use of the tool. It was organized to be developed in 4 sessions of approximately one hour and 30 minutes, at the school's laboratory. The students worked in pairs, and only the first session had all pairs together. The data is qualitative, and it was collected through audio recording of the sessions and from the computational models built by the students. It includes the written material produced by the pairs. Firstly, this data was analyzed *per* pair; then *per* activity. The Systemic Net technique was used for working on the data and for tables building, which summarized the behavior of each pair of students during the activities. The aspects related to the construction and interpretation of linear graphics were considered. The results suggest that the students were capable of handling the tool with talent, making use of it as an instrument for the construction and extraction of data from the presented graphics, by recognizing, locating and classifying the variations occurred, as well as intervals of larger and/or minor decrease.

Lista de Figuras

Figura 2.1	Gráfico de número de doces encomendados x preço da encomenda	37
Figura 2.2	Gráficos sobre o nível de água numa jarra	38
Figura 2.3	Gráficos construídos pelos alunos para o trajeto de Priscila até a festa	39
Figura 2.4	Tela inicial do software WLinkIt	47
Figura 2.5	Modelo sobre o nível de poluição de um determinado lugar	49
Figura 3.1	A leitura horizontal representa a primeira etapa da análise e a leitura vertical a segunda etapa da análise	54
Figura 3.2	Rede Sistêmica para Análise dos Dados	55
Figura 3.3	Esquema da organização das atividades	57
Figura 3.4	Quadro utilizado para a construção do gráfico da Atividade dos Feijões	59
Figura 3.5	Exemplo do gráfico construído na 1ª etapa da Atividade dos Feijões, dividido em 3 partes	60
Figura 3.6	Gráfico esperado ao final da Atividade da Dinâmica Populacional das Abelhas	61
Figura 3.7	Gráfico apresentado para a realização da 2ª parte da Atividade da Dinâmica Populacional	62
Figura 3.8	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Atividade dos Feijões	63
Figura 3.9	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Revisita a Dinâmica Populacional das Abelhas	64
Figura 3.10	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Nível de Água de uma Banheira	65
Figura 3.11	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Salário de um Vendedor	66
Figura 3.12	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Seca no Nordeste	66
Figura 3.13	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Saneamento Básico	67
Figura 3.14	Exemplo de um modelo construído para a realização da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	68

Figura 3.15	Modelo apresentado para o início da Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	69
Figura 3.16	Modelo apresentado para o início da Atividade Campanha para o Desarmamento	70
Figura 3.17	Modelo apresentado para a 2ª parte da Atividade Campanha para o Desarmamento	71
Figura 3.18	Gráfico esperado representativo das pessoas que são <u>a favor</u> do desarmamento	72
Figura 3.19	Gráfico esperado representativo das pessoas que são <u>contra</u> o desarmamento	72
Figura 3.20	Gráfico esperado representativo das duas vertentes de pensamento, considerando-se com e sem desarmamento	72
Figura 3.21	Modelo apresentado para o início da Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	73
Figura 3.22	Tipos de gráficos explorados na Atividade Gráficos	74
Figura 4.1	Gráficos construídos no quadro na Atividade Prática com Feijões	77
Figura 4.2	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	78
Figura 4.3	Gráfico construído no papel pelas duplas 2 (A) e 4 (B) na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	79
Figura 4.4	Gráficos construídos no papel por algumas duplas na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	81
Figura 4.5	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	82
Figura 4.6	Modelo construído pela dupla 2 para representar a Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	82
Figura 4.7	1ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira	83
Figura 4.8	2ª parte do Modelo construído pelas duplas na Atividade Nível de Água de uma Banheira	84
Figura 4.9	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	85
Figura 4.10	Modelo construído pelas duplas para a Atividade Nível de Carros num Estacionamento	86

Figura 4.11	Gráfico construído no papel na Atividade Nível de Carros num Estacionamento	87
Figura 4.12	Gráfico construído pela dupla 3 no computador relativo a Atividade Nível de Carros num Estacionamento	89
Figura 4.13	Modelos construídos pelo pesquisador para esclarecer a dúvida do aluno A5	89
Figura 4.14	Gráfico construído no computador durante a simulação para esclarecer a dúvida do aluno A5	90
Figura 4.15	Modelos construídos pelas duplas para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	92
Figura 4.16	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.17	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.18	Gráfico construído no computador pela dupla 1 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	93
Figura 4.19	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	94
Figura 4.20	Gráfico construído pela dupla 2 no computador na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	94
Figura 4.21	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	95
Figura 4.22	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica (antes da simulação)	95
Figura 4.23	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	96
Figura 4.24	Gráfico esperado na Atividade Campanha para o Desarmamento	98
Figura 4.25	Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Campanha para o Desarmamento	99
Figura 4.26	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Campanha para o Desarmamento	99
Figura 4.27	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	100
Figura 4.28	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Campanha para o Desarmamento	101
Figura 4.29	Modelos construídos pelas duplas na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	102

Figura 4.30	Gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	103
Figura 4.31	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 1 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	103
Figura 4.32	Gráfico construído no papel pela dupla 2 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	104
Figura 4.33	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	104
Figura 4.34	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	105
Figura 4.35	2ª versão do modelo construído pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	106
Figura 4.36	Gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Modelo pronto, mas sem conteúdo	106
Figura 4.37	Início do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	111
Figura 4.38	2ª etapa do gráfico construído no papel pela dupla 4 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	112
Figura 4.39	1º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	113
Figura 4.40	Modelos construídos pelas duplas para a realização da Atividade Gráficos	113
Figura 4.41	Valores iniciais das variáveis utilizadas pela dupla 1	113
Figura 4.42	Gráfico construído no computador pela dupla 1	114
Figura 4.43	2ª versão do modelo construído pela dupla 1 na Atividade Gráficos, juntamente com o gráfico resultante	115
Figura 4.44	Modelo construído pela dupla 2 na Atividade Gráficos	116
Figura 4.45	1ª versão do gráfico obtido pela dupla 2 na Atividade Gráficos	116
Figura 4.46	Modelo utilizado pela dupla 3	117
Figura 4.47	1ª versão do gráfico obtido pela dupla 3	118
Figura 4.48	2ª versão do gráfico obtido pela dupla 3	119
Figura 4.49	2º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	119
Figura 4.50	1ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3	120
Figura 4.51	2ª etapa da construção do gráfico da Atividade Gráficos (2º gráfico), realizada pela dupla 3	120
Figura 4.52	3º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	121

Figura 4.53	1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 1, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	121
Figura 4.54	1ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	122
Figura 4.55	2ª etapa da construção do gráfico realizada pela dupla 2, na Atividade Gráficos (3º gráfico)	122
Figura 4.56	Situação das variáveis utilizadas pela dupla 3 para a construção do 3º gráfico da Atividade Gráficos	123
Figura 4.57	4º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	124
Figura 4.58	5º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	124
Figura 4.59	Gráfico construído no computador pela dupla 2 na Atividade Gráficos	120
Figura 5.1	Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta crescente	135
Figura 5.2	Modelo utilizado pela dupla 3 para obter uma reta decrescente	136
Figura B.1	1ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	160
Figura B.2	2ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	161
Figura B.3	3ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	161
Figura B.4	4ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	162
Figura B.5	5ª etapa do 1º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	162
Figura B.6	1ª etapa do 2º gráfico elaborado na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	163
Figura B.7	Comparação dos dois gráficos elaborados na Atividade Prática com Feijões com todas as duplas	164
Figura B.8	Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	175
Figura B.9	1ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	176
Figura B.10	2ª versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	177
Figura B.11	Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas	177

Figura B.12	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	178
Figura B.13	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	179
Figura B.14	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	179
Figura B.15	1ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	180
Figura B.16	2ª versão do Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Nível de Água de uma Banheira	181
Figura B.17	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor	182
Figura B.18	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Salário de um Vendedor	183
Figura B.19	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	184
Figura B.20	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	185
Figura B.21	Gráfico elaborado no papel pela dupla 3 na Atividade Seca do Nordeste	185
Figura B.22	1ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	186
Figura B.23	2ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	187
Figura B.24	3ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	188
Figura B.25	4ª versão do modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Saneamento Básico	189
Figura B.26	Modelo elaborado pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	190
Figura B.27	Eixos construídos pela dupla 3 para a elaboração do gráfico da Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	191
Figura B.28	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192
Figura B.29	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192
Figura B.30	3ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	192

Figura B.31	Modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	193
Figura B.32	Situação Final do modelo construído pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	194
Figura B.33	Gráfico construído no computador resultante da simulação do modelo elaborado pela pesquisadora para esclarecimento da dúvida apresentada por um dos componentes da dupla 3	194
Figura B.34	Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	195
Figura B.35	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	196
Figura B.36	2ª versão do modelo construído pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	197
Figura B.37	1ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	198
Figura B.38	2ª versão do gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	198
Figura B.39	1ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	199
Figura B.40	2ª parte do modelo apresentado para a dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	201
Figura B.41	Construção dos eixos no papel feitos pela dupla 3 para a elaboração dos gráficos na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.42	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.43	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Campanha para o Desarmamento	204
Figura B.44	Modelo apresentado para dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	205
Figura B.45	Modelo construído para dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	206
Figura B.46	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	206
Figura B.47	1ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 1ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	207
Figura B.48	2ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 2ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	208

Figura B.49	3ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 3ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	208
Figura B.50	4ª versão do modelo construído pela dupla 3 para resultar na 4ª parte do gráfico na Atividade Modelo Pronto, mas sem conteúdo	209
Figura B.51	Variáveis escolhidas pela dupla 3 para a Atividade Gráficos	251
Figura B.52	Modelo construído pela dupla 3 para na Atividade Gráficos	210
Figura B.53	1º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	210
Figura B.54	1º versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	211
Figura B.55	2º versão do gráfico elaborado no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	211
Figura B.56	2º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	212
Figura B.57	3º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	212
Figura B.58	4º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	213
Figura B.59	5º gráfico solicitado na Atividade Gráficos	213
Figura C.1	Gráficos construídos na Atividade Prática com Feijões	225
Figura C.2	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade do Calvin	226
Figura C.3	Rede Sistêmica da dupla 3 correspondente a Atividade do Calvin	227
Figura C.4	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	228
Figura C.5	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Revisita a Dinâmica Populacional das Abelhas	229
Figura C.6	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	230
Figura C.7	Modelo construído pela dupla 3 para representar a Atividade Nível de Água de uma Banheira	230
Figura C.8	Gráfico construído no papel pela dupla 3 para representar a Atividade Nível de Água de uma Banheira	231
Figura C.9	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Nível de Água de uma Banheira	232
Figura C.10	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	232

Figura C.11	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	233
Figura C.12	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	234
Figura C.13	Modelo construído pela dupla 3 para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	235
Figura C.14	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	236
Figura C.15	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	236
Figura C.16	Gráfico feito pela dupla 3 no papel na Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.17	Gráfico feito pela dupla 3 no computador na Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.18	Rede Sistêmica da dupla 3 para a Atividade Campanha para o Desarmamento	238
Figura C.19	Modelo construído pela dupla 3 para a Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	239
Figura C.20	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	240
Figura C.21	Gráfico construído no computador pela dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	241
Figura C.22	Rede Sistêmica da dupla 3 na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	241
Figura C.23	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	244
Figura C.24	Gráfico construído no papel pela dupla 3 na Atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	245
Figura C.25	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Campanha para o Desarmamento	245
Figura C.26	Gráficos construídos pela dupla 3 no papel (A) e no computador (B) na Atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	246
Figura C.27	Modelo construído pela dupla 3 na Atividade Gráficos	247
Figura C.28	1º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	247
Figura C.29	1º tentativa de obter o 1º gráfico solicitado feito no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	248

Figura C.30	2º tentativa de obter o 1º gráfico solicitado feito no computador pela dupla 3 na Atividade Gráficos	248
Figura C.31	2º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.32	3º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.33	4º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	249
Figura C.34	5º gráfico a ser solicitado na Atividade Gráficos	250

Lista de Quadros

Quadro 2.1	Descrição das competências	32
Quadro 2.2	Descrição das habilidades consideradas como referencial	32
Quadro 3.1	Composição das duplas	53
Quadro 3.2	Etapas em que a Atividade dos Feijões foi realizada	59
Quadro D.1	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade História em Quadrinhos do Calvin	252
Quadro D.2	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Dinâmica Populacional das Abelhas	253
Quadro D.3	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Nível de Água de uma Banheira	254
Quadro D.4	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Fluxo de Carros num Estacionamento	255
Quadro D.5	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Desmatamento da Floresta Amazônica	256
Quadro D.6	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Campanha para o Desarmamento	257
Quadro D.7	Resumo da análise sobre os aspectos de Análise de Gráficos na atividade Modelo Pronto, mas sem Conteúdo	258

Lista de Tabelas

Tabela B.1	Componentes da pesquisa com suas respectivas idades	159
Tabela B.2	Resultado obtido pela dupla 3 na Atividade Pares de Causa e Efeito	195

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO

1.1.- Apresentação do Estudo	20
1.2 - Organização da Dissertação	23

2- REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Introdução	25
2.2 - Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)	25
2.2.1 - Um Pouco da História do Ensino de Matemática	27
2.2.2 - Uso do computador na sala de aula	29
2.3 - O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)	30
2.4 - Matemática e o Ensino de Gráficos	33
2.4.1 – Atividades Realizadas no Estudo de Gráficos	34
2.4.2 – Gráficos Lineares	36
2.5 - Modelagem Computacional no Ensino	40
2.5.1 - Modelos, Modelagem e Simulação	40
2.5.2 - A Utilização de Modelagem Computacional no Ensino	43
2.5.3 - O Ambiente de Modelagem Computacional Semiquantitativo WLinkIt	45
2.5.3.1- Componentes do Ambiente	46
2.6 - Modelagem Dinâmica no Ensino de Gráficos Lineares	49

3- CONCEPÇÃO DO ESTUDO

3.1- Introdução	51
3.2- Metodologia	51
3.3- A Amostra	52
3.4- A Análise dos Dados	53
3.4.1- Redes Sistêmicas	54
3.5- Organização das atividades	56

3.5.1- Atividade Prática com feijões	58
3.5.2- História em Quadrinhos do Calvin.....	60
3.5.3- Dinâmica Populacional das Abelhas	61
3.5.4- Revisita à Atividade dos Feijões no WLinkIt	62
3.5.5- Revisita à Dinâmica Populacional das Abelhas no WLinkIt	63
3.5.6- Pequenos Textos para Modelagem	64
Nível de Água de uma Banheira	64
Salário de um Vendedor.....	65
Seca no Nordeste.....	66
Saneamento Básico.....	67
Fluxo de Carros num Estacionamento	67
3.5.7- Pares de Causa e Efeito.....	68
3.5.8- Desmatamento da Floresta Amazônica	69
3.5.9- Campanha para o Desarmamento	70
3.5.10- Modelo Pronto, mas sem conteúdo	73
3.5.11- Gráficos	74

4- ANÁLISE DE DADOS

4.1- Introdução	75
4.2- Análise dos Dados	76
4.2.1- Localização e Classificação de Variações	76
Atividade Prática com feijões	76
História em Quadrinhos do Calvin.....	78
Dinâmica Populacional das Abelhas.....	79
Nível de Água de uma Banheira.....	83
Fluxo de Carros num Estacionamento.....	86
Desmatamento da Floresta Amazônica.....	91
Campanha para o Desarmamento	97
Modelo Pronto, mas sem conteúdo	101
4.2.2- Construção de Gráficos no Papel	107
4.2.3- Interpretação e Comparação de Gráficos.....	112

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 – Introdução	126
5.2 – Síntese da Pesquisa	126
5.3 – A Modelagem Dinâmica na Análise de Gráficos	128
5.3.1 - Nas atividades propostas os alunos são capazes de interpretar informações contidas em gráficos?	128
5.3.1.1 - Como são localizadas e classificadas as variações ocorridas em gráficos lineares?.....	129
5.3.1.2. - Para as atividades apresentadas, os estudantes desenvolvem alguma estratégia para construir gráficos lineares no papel?	130
5.3.2 - Nas atividades propostas os alunos trabalharam as habilidades sugeridas pelo ENEM? De que forma?	131
5.3.3 - A ferramenta serviu como suporte para o aluno construir e interpretar gráficos? De que maneira?	133
5.3.3.1 - Críticas ao software WLinkIt	134
5.4 - O Material Instrucional	137
5.5 – Trabalhos Futuros	138
 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 140
 Apêndice A – Material Impresso	 145
Apêndice B- Transcrição dos dados e Atividades Desenvolvidas pela dupla 3	158
Apêndice C- Análise dos Dados da dupla 3	224
Apêndice D- Quadros Resumo da Análise dos Dados	251