

**FUNDAÇÃO DE ASSISTÊNCIA E EDUCAÇÃO - FAESA
FACULDADES INTEGRADAS ESPÍRITO-SANTENSES
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**DIRAN FRAGA MARQUES JUNIOR
LEONARDO DIAS NASCIMENTO
THATIANA GOMES DE BARROS**

**CÓRTEX: UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO
DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS**

VITÓRIA
2005

**DIRAN FRAGA MARQUES JUNIOR
LEONARDO DIAS NASCIMENTO
THATIANA GOMES DE BARROS**

CÓRTEX: UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS

Trabalho de Conclusão de Curso
de Graduação em Ciência da
Computação apresentado às
Faculdades Integradas Espírito-
santenses, sob orientação da prof^a
Ms. Maria Alice Veiga Ferreira de
Souza.

VITÓRIA
2005

**DIRAN FRAGA MARQUES JUNIOR
LEONARDO DIAS NASCIMENTO
THATIANA GOMES DE BARROS**

CÓRTEX: UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DA HABILIDADE MATEMÁTICA

BANCA EXAMINADORA

Maria Alice Veiga Ferreira de Souza
Orientadora

Denise Franzotti Togneri

Yvina Pavan Baldo

VITÓRIA, 08 de Julho de 2005

Dedico esse trabalho aos meus queridos pais pela atenção, amor, carinho e compreensão que me deram ajudando a completar mais uma etapa na minha vida.

Diran

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, pois devido a seu amor, determinação e carinho, me ajudaram a concluir com sucesso mais uma etapa em minha vida.

Leonardo

Dedico este trabalho à minha querida mãe, pois devido a sua força, determinação, amor e carinho, pude concluir com sucesso mais uma etapa de minha vida.

Thatiana

Agradeço, primeiramente a Deus, por me dar saúde e força para enfrentar esse longo caminho. Aos meus amigos, pelos momentos de felicidade e pelas longas madrugadas que passamos juntos estudando e nos divertindo. A todos os meus professores, em especial a professora Maria Alice Ferreira Veiga de Souza e Denise Franzotti Togneri pela atenção e paciência que tiveram comigo ao longo desses anos e pela ajuda que forneceram para a realização desse trabalho. Aos alunos que nos ajudaram realizando os testes que foram de extrema importância para a coleta de dados. Aos meus amigos, Leonardo e Thatiana, pelo esforço, carinho e compreensão que tiveram durante esses meses que passamos elaborando esse trabalho. Aos meus pais, que sem dúvida nenhuma são as duas pessoas que eu mais amo e que sem o esforço e dificuldade que passaram, eu não teria conseguido completar mais essa grande realização na minha vida. E por fim, aos meus familiares e amigos que indiretamente participaram na realização desse trabalho.

Diran

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me concedido à graça de concluir o curso de Ciência da Computação e ter me ajudado a proporcionar um pouquinho de orgulho aos meus amados pais e irmãos. A todos os meus professores que caminharam junto comigo nesses anos em especial as minhas professoras Maria Alice Ferreira Veiga de Souza e Denise Franzotti Togneri, que nos ajudaram com seu incrível talento de ensinar e de compreender nossas falhas, parte desse trabalho devemos a elas. Aos alunos que participaram da coleta de dados que proporcionaram resultados verdadeiros para as nossas análises. As pessoas especiais que são minhas avós que amo muito, mulheres especiais que torcem por mim. Aos meus colegas Diran e Thatiana, pelo carinho, compreensão e apoio nas horas que passamos juntos fazendo esse trabalho. A Luciana, pela paciência, compreensão nas horas que tive que ficar trabalhando na elaboração desse trabalho. A meus pais Alonso e Julia e irmão Rafael e Musatye que me ajudam desde o início dando força, coragem e dedicando parte de seu tempo em me incentivar e apoiar. Aos meus familiares pelo suporte que me deram ao longo da minha vida. E por fim, agradeço a todos que também participaram indiretamente nessa minha conclusão de mais uma etapa.

Leonardo

Agradeço, primeiramente a Deus, por me conceder a graça de concluir um ensino superior de tamanho prestígio. A meus amigos, pelos maravilhosos momentos de alegrias e felicidades que passamos juntos e pela ajuda nos infinitos grupos de estudo ao longo desses anos. A todos os meus professores, pela atenção e tempo gastos auxiliando-me na realização de variadas atividades. A Maria Alice Ferreira Veiga de Souza e Denise Franzotti Togneri, duas excelentes professoras, que nos ofereceram ajuda incondicional na realização deste trabalho. Aos alunos que participaram da avaliação, pela paciência e apoio na coleta de dados, tão fundamentais para obtenção de resultados verídicos. Aos outros componentes desse grupo, Diran e Leonardo, pelo apoio, carinho e tolerância nas longas horas que passamos juntos trabalhando na elaboração deste extenso trabalho. A minha mãe, a mulher mais especial da minha vida, que tornou possível a realização de mais um sonho. Aos meus familiares, por todo o suporte que me deram ao longo desses anos. E por fim, agradeço a todos que também participam indiretamente para a conclusão de mais uma etapa da minha vida.

Thatiana

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Projeto de Métodos.....	68
Quadro 2 – Dicionário de Dados.....	72
Quadro 3 – Representação da Classificação das Habilidades.....	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índice de reprovação/desistência de alunos da UFES	16
Tabela 2 – Índice de reprovação/desistência de alunos da FAESA.....	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização de problemas do estudo de Krutetskii.....	27
Figura 2 – Relação entre SI, SBC e SE.....	30
Figura 3 – Arquitetura Convencional de um SE.....	31
Figura 4 – Estrutura da elaboração de uma avaliação.....	39
Figura 5 – Caso de Uso Principal.....	41
Figura 6 – Caso de Uso ControlarAvaliacao.....	41
Figura 7 – Caso de Uso CadastrarDadosGerais.....	42
Figura 8 – Caso de Uso AdministrarSistema.....	43
Figura 9 – Diagrama de Classe do sistema proposto.....	44
Figura 10 – Diagrama de Seqüência IncluirResposta.....	46
Figura 11 – Diagrama de Seqüência IncluirPergunta.....	47
Figura 12 – Diagrama de Seqüência IncluirQuestionario.....	48
Figura 13 – Diagrama de Seqüência IncluirAvaliacao.....	49
Figura 14 – Diagrama de Seqüência IncluirAvaliado.....	50
Figura 15 – Diagrama de Estados da classe Questionario.....	51
Figura 16 – Diagrama de Estados da classe Teste.....	51
Figura 17 – Projeto de Arquitetura do sistema proposto.....	54
Figura 18 – Projeto de Arquitetura Web do sistema proposto.....	56
Figura 19 – Projeto de Navegação do Avaliado.....	58
Figura 20 – Projeto de Navegação do Especialista.....	59
Figura 21 – Projeto de Navegação do Professor.....	60
Figura 22 – Projeto de Navegação do Administrador.....	61
Figura 23 – Diagrama de Pacotes dos componentes da arquitetura OO.....	63
Figura 24 – Componente do Domínio do Problema.....	64
Figura 25 – Componente de Gerência de Tarefa.....	65
Figura 26 – Componente de Gerência de Dados.....	66
Figura 27 – Modelo Relacional do banco de dados do sistema proposto.....	71
Figura 28 – Funcionamento das aplicações PHP.....	74
Figura 29 – Página de Login do Sistema Córtex.....	79
Figura 30 – Página Principal de Avaliação.....	80
Figura 31 – Página de Início da Avaliação.....	81
Figura 32 – Página de Continuação da Avaliação.....	82
Figura 33 – Página de Perguntas da Avaliação.....	89
Figura 34 – Página de Relatório Parcial.....	84
Figura 35 – Página do Relatório Individual.....	85
Figura 36 – Página de Alteração de Cadastro.....	86

Figura 37 – Página Principal do Administrador.....	87
Figura 38 – Página de Cadastro de Funções do Sistema.....	88
Figura 39 – Página de Cadastro de Grupo do Sistema.....	89
Figura 40 – Página de Relacionamento de Funções.....	90
Figura 41 – Página de Cadastro de Tipo de Usuário.....	81
Figura 42 – Página de Avaliados Cadastrados.....	82
Figura 43 – Página de Relacionamento de Usuários.....	93
Figura 44 – Página de Profissionais Cadastrados – Especialistas.....	94
Figura 45 – Página de Relacionamento de Especialistas.....	95
Figura 46 – Página de Profissionais Cadastrados – Professores.....	96
Figura 47 – Página de Relacionamento de Professores.....	97
Figura 48 – Página de Cadastro de Cidades.....	98
Figura 49 – Página de Cadastro de Bairros.....	99
Figura 50 – Página Principal do Especialista.....	100
Figura 51 – Página do Módulo de Teste.....	101
Figura 52 – Página de Cadastro de Questionários.....	102
Figura 53 – Página de Cadastro de Perguntas.....	103
Figura 54 – Página de Cadastro de Respostas.....	104
Figura 55 – Página de Cadastro de Testes.....	105
Figura 56 – Página de Relacionamento dos Questionários com o Teste.....	106
Figura 57 – Página do Módulo Geral.....	107
Figura 58 – Página de Cadastro de Categoria de Problemas.....	108
Figura 59 – Página de Cadastro de Grupo de Problemas.....	109
Figura 60 – Página de Cadastro de Tipos de Problemas.....	110
Figura 61 – Página de Cadastro de Série de Problemas.....	111
Figura 62 – Página de Cadastro de Mídias.....	112
Figura 63 – Página de Cadastro de Tipo de Mídias.....	113
Figura 64 – Página de Relatórios da Avaliação.....	114
Figura 65 – Página Principal do Professor.....	115
Figura 66 – Página do Módulo Avaliações.....	116
Figura 67 – Página de Cadastro das Avaliações.....	117
Figura 68 – Página de Relacionamento de Alunos com Avaliações.....	118
Figura 69 – Página de Histórico de Avaliações.....	119
Figura 70 – Página do Módulo Geral.....	120
Figura 71 – Página de Cadastro da Instituição.....	121
Figura 72 – Página de Cadastro da Curso.....	122
Figura 73 – Quantidade de alunos que participaram do teste.....	124
Figura 74 – Análise dos Alunos divididos por Categoria de Problemas.....	126

Figura 75 – Reta de Regressão Linear	128
Figura 76 – Gráfico Box Splot.....	129
Figura 77 – Histograma do 3º Período.....	130
Figura 78 – Histograma do 9º Período.....	130

LISTA DE SIGLAS

API – Appication Program Interface
ASP – Active Server Pages
CDP – Componente de domínio do problema
CGD – Componente de gerência de dados
CGT – Componente de gerência de tarefa
CIH – Componente de interação humana
FAESA – Faculdades Integradas Espírito – santenses
GPL – General Public License
HTML – Hypertext Markup Language
HTTP - HyperText Transport Protocol
IA – Inteligência Artificial
MEC – Ministério da Educação e da Cultura
ODBC – Open DataBase Connectivity
OO – Orientada(o) a Objetos/ Orientação a Objetos
PERL – Practical Extraction Report Language
PHP – Hypertext PreProcessor
SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SE – Sistemas Especialistas
SI – Sistemas Inteligentes
SBC – Sistema Baseado em Conhecimento
SQL – Structured Query Language
TCP/IP - Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TI – Tecnologia da Informação
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo
UML – Unified Modeling Language
URL – Uniform Resource Locator

RESUMO

A formação de graduandos em Ciência da Computação requer o uso de habilidade lógica e matemática para compreensão e desenvolvimento de seus objetos. O panorama educacional apontado em pesquisas revela elevados índices de reprovação e abandono em disciplinas matemáticas e disciplinas técnicas desse curso que justificam intensas investigações nesse sentido. Assim, foram estudados os componentes de obtenção da informação, raciocínio lógico e retenção da informação que compõem a habilidade matemática de alunos da Ciência da Computação de diferentes períodos letivos, uma vez que tais componentes poderiam estar influenciando em seus progressos como cientistas da computação. Uma proposta nesse nível conta principalmente, com o suporte de teorias da Psicologia Cognitiva, neste caso pelo teórico Krutetskii, por envolver variáveis psicológicas, e com a contribuição de um Sistema Especialista para integração dos estudos em Inteligência Artificial. O método utilizado contou com a participação de 83 alunos da Ciência da Computação que a partir de um sistema disponibilizado na *web* chamado Córtex, resolveram quinze exercícios adequados aos objetivos da pesquisa. Após a realização das avaliações o sistema analisou as respostas à luz da psicologia, buscando avaliar o estágio de desenvolvimento dos componentes anteriormente mencionados. Os principais resultados da pesquisa foram: o retorno ao aluno a respeito de sua habilidade matemática em relação aos demais avaliados do mesmo período e o crescente rendimento dessas habilidades com a evolução no decorrer do curso.

ABSTRACT

The formation of Computer science students requires the use of logical and mathematical skills for understanding and development of its objects. The educational scenery pointed in researching shows high index of rejection and abandonment in mathematical and techniques disciplines of this course that justify intense investigation in this direction. Thus, we study the components of the information obtainment, logical reasoning and information retention that compose the mathematical skills of Computer science students of different periods, since components could be influencing in its progress as a computer scientist. A proposal in this level counts, mainly, with the support of Cognitiva Psychology theories, and this case Krutetskii's theoretician, for involving psychological variable, and with the contribution of a System Specialist for integration of the Artificial Intelligence study. The used method counted on the participation of 83 Computer science students that from a system available on the web, called Cortex, worked out fifteen adequate exercises to the objectives of the research. After the accomplishment of the evaluations the system analyzed the answers according to psychology, examining the phase of the components development previously mentioned. The main results of the research had been: The feedback of the student's mathematical skills in relation to the others students of the same period and the increasing income of these skills with the evolution in elapsing of the course have been the main result of this research.

SUMÁRIO

1 CONTEXTO INICIAL E PROBLEMAS.....	15
2 CIÊNCIA COGNITIVA E A TEORIA KRUTETSKIIANA	20
2.1 CIÊNCIA COGNITIVA	20
2.2 A TEORIA DE KRUTETSKII.....	21
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	27
3 SISTEMAS ESPECIALISTAS	28
3.1 DEFINIÇÃO DE SISTEMAS ESPECIALISTAS	28
3.2 ARQUITETURA DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS	31
3.3 TÓPICOS FUNDAMENTAIS NOS SISTEMAS ESPECIALISTAS.....	32
3.3.1 Aquisição de Conhecimento.....	32
3.3.2 Representação do Conhecimento.....	33
3.3.3 Motor de inferência (Controle de Raciocínio)	34
3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	36
4 PROPOSTA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EM ALUNOS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	37
4.1 CONCEITOS IMPORTANTES.....	37
4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS	39
4.3 DIAGRAMA DE CLASSES	43
4.4 MODELAGEM DE COMPORTAMENTO	45
4.4.1 Diagrama de Seqüência	46
4.4.2 Diagrama de Estado	51
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	52
5 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA	53
5.1 PROJETO DO SISTEMA.....	53
5.1.1 Projeto de Arquitetura do Sistema Proposto	53
5.1.2 Projeto de Interface Web.....	54
5.1.2.1 Projeto de Arquitetura da Aplicação Web	54
5.1.2.2 Projeto de Navegação	57
5.1.3 Projeto dos Componentes Orientado a Objetos	62

5.1.3.1 Projeto de Arquitetura Orientado a Objetos	62
5.1.3.2 Projeto dos Objetos	67
5.1.4 Projeto de Banco de Dados	70
5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.....	72
5.2.1 Tecnologias e Linguagens Utilizadas	73
5.2.1.1 Hypertext PreProcessor.....	73
5.2.1.2 Banco de Dados MySql	75
5.2.1.3 Biblioteca JpGraph	76
5.2.1.4 Servidor Web Apache.....	76
5.2.2 Restrições de Implementação	76
5.2.3 Instalação e Funcionamento do Sistema	77
5.2.4 Protótipo da Ferramenta	78
5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	123
6 TESTES E RESULTADOS.....	124
6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	131
7 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS	132
8 REFERÊNCIAS	134
ANEXOS	136

1 CONTEXTO INICIAL E PROBLEMAS

A Informática assumiu papel importante nos desdobramentos de tecnologias sendo praticamente impossível enumerar as facilidades e avanços introduzidos por ela na atividade humana. As variadas possibilidades de aplicação na maioria dos segmentos da sociedade têm atraído a atenção de um público interessado em ampliar conhecimentos nessa área. Esse fato associado à necessidade de profissionais em áreas de desenvolvimento e aplicação tecnológica fez surgir cursos de graduação voltados para a preparação de uma comunidade que atenda à demanda de pessoal especializado, principalmente na década de 90, século XX, notadamente, cursos de Ciência da Computação, Engenharia de Computação e Sistemas de Informação.

Por outro lado, a Matemática ocupa lugar especial no desenvolvimento de avanços científicos e tecnológicos e, porque não dizer, ser ela fator fundamental para torná-los possíveis, fornecendo suporte teórico para implementação e construção do conjunto de conhecimentos necessários para esse fim. Especificamente, a formação do cientista da computação requer compreensão e domínio de objetos matemáticos, além do raciocínio lógico desenvolvido em nível adequado ao implemento de tarefas nessa área. De acordo com as Diretrizes Curriculares de Cursos da Área de Computação e Informática, formuladas pela Secretaria de Educação Superior do então Ministério de Educação e Cultura, MEC,

a matemática, para a área de computação, deve ser vista como uma ferramenta a ser usada na definição formal de conceitos computacionais (linguagens, autômatos, métodos etc) [...] Muitos conceitos computacionais se baseiam em modelos matemáticos bem conhecidos como grafos e aritmética intervalar. [...] A matemática sobre os reais, matemática do contínuo (cálculo diferencial e integral, álgebra linear, geometria analítica, cálculo numérico, etc), têm importância em áreas específicas da computação [...]. (www.mec.gov.br,2005)

Conforme o MEC, os instrumentos e objetos da Informática são direta e indiretamente utilizados em contextos específicos que têm como pré-requisito disciplinas matemáticas. Os bits e bytes que quantificam o tamanho de arquivos e programas, ou o desenvolvimento de complexos agentes que movimentam robôs são exemplos de ferramentas em Tecnologia da Informação, TI, que possuem fundamentação em

processos matemáticos. Entretanto, estatísticas revelam problemas enfrentados por alunos ao cursarem disciplinas matemáticas que compõem a estrutura curricular do curso de Ciência da Computação. Por exemplo, 93,02% dos alunos de Ciência da Computação da Universidade Federal do Espírito Santo reprovaram ou abandonaram a disciplina de Noções de Lógica, somente no primeiro período letivo de 1997, conforme pode ser visto na Tabela 1. O mesmo ocorreu nas Faculdades Integradas Espírito-santenses, no primeiro período letivo de 2002, em que 90,91% dos alunos matriculados em Cálculo I, ficaram retidos nessa disciplina (Tabela 2). Esse contexto é preocupante uma vez que acaba, muitas vezes, por redirecionar a antiga opção de formação profissional de muitos alunos.

TABELA 1 – Índice reprovação/desistência de alunos da UFES

Disciplinas/período letivo	1996-2				1997-1			
	Alunos aprovados		Alunos reprovados ou desistentes		Alunos aprovados		Alunos reprovados ou desistentes	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Cálculo I	34	40,48	50	59,52	59	35,12	109	64,88
Cálculo II	50	60,98	32	39,02	34	52,31	31	47,69
Cálculo III	44	65,67	23	34,33	48	73,85	17	26,15
Cálculo IV	34	73,91	12	26,09	15	78,95	4	21,05
Geometria Analítica	23	34,33	44	65,67	88	53,01	78	46,99
Álgebra Linear I	18	35,29	33	64,71	25	38,46	40	61,54
Aritmética I					54	69,23	24	30,77
Noções de Lógica	63	52,94	56	47,06	3	6,98	40	93,02
Prob.e Estatística	1	100	0	0,00	35	87,50	5	12,50

Fonte : Universidade Federal do Espírito Santo

TABELA 2 – Índice de reprovação/desistência de alunos da FAESA

Disciplinas/período letivo	2001-2				2002-1			
	Alunos aprovados		Alunos reprovados ou desistentes		Alunos aprovados		Alunos reprovados ou desistentes	
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%
Fundamentos da Mat.¹	x	x	x	x	59	49,58	60	50,42
Cálculo I	45	27,44	119	72,56	6	9,09	60	90,91
Cálculo II	44	41,12	63	58,88	22	21,78	79	78,22
Cálculo III	35	53,03	31	46,97	39	48,75	41	51,25
Álgebra	79	45,93	93	54,07	106	52,48	96	47,52
Álgebra Linear	49	39,84	74	60,16	76	33,19	153	66,81
Matemática Discreta	61	45,19	74	54,81	75	32,89	153	67,11
Prob.e Estatística	72	88,89	9	11,11	36	58,06	26	41,94

Fonte: Faculdades Integradas Espírito - santenses

Uma opção para se entender possíveis causas geradoras desse panorama envolve conhecimentos nas áreas de Psicologia Cognitiva e Inteligência Artificial. A Psicologia, por ser a ciência capaz de explicar e fundamentar variáveis como a habilidade apresentada por alunos envolvidos em tarefas lógicas e que vêm apresentando as performances antes comentadas e, a Inteligência Artificial, por desencadear a teoria computacional da mente, podendo contribuir com um sistema especialista simulador do comportamento humano, voltado para a avaliação e identificação dos problemas em questão. Esses sistemas, uma vez construídos, detêm informações que utilizam regras ou heurísticas para focalizar aspectos chaves de problemas e manipular descrições simbólicas para o raciocínio desse conhecimento.

Um estudo nesse porte, poderia explicar muitos dos levantamentos estatísticos, relevantes mas insuficientes, se despidos de um delineamento dos processos cognitivos utilizados pelas pessoas no desempenho dessas tarefas. Compreender como a mente humana desenvolve e modela o raciocínio lógico em procedimentos computacionais, por exemplo, poderão proporcionar esclarecimentos valiosos no sentido de contribuir para ações educacionais preocupadas em maximizar o potencial lógico de alunos.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral construir um sistema especialista capaz de identificar e avaliar o nível de desenvolvimento das habilidades matemáticas, segundo a visão de Krutetskii¹ (1976), nos componentes obtenção da informação, processamento da informação e retenção da informação, dos alunos de Ciência da Computação de diferentes períodos letivos.

Além disto, os objetivos específicos deste trabalho são: reconhecer e apontar a(s) etapa(s) do desenvolvimento lógico que o aluno necessita investir esforços, visando ampliar o sucesso em tarefas matemáticas e computacionais que necessitem do raciocínio lógico matemático; analisar a evolução do nível de aprendizado dos alunos com o avanço dos períodos; analisar o nível de desenvolvimento das habilidades matemáticas dos alunos em relação aos demais do mesmo período; compreender o funcionamento e a arquitetura de um sistema especialista; representar os conhecimentos do especialista em psicologia cognitiva em um sistema especialista e por fim, desenvolver uma ferramenta que auxilie esses profissionais na realização de suas atividades.

Neste capítulo, apresentou-se um contexto inicial, a delimitação do problema, as motivações, o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

O Capítulo 2 - Ciência Cognitiva e a Teoria Krutetskiana – apresenta uma breve introdução de Ciência Cognitiva e como esta contribui para o estudo de Krutetskii.

O Capítulo 3 – Sistemas Especialistas – apresenta uma visão geral sobre os sistemas especialistas, mostrando sua definição, arquitetura e aspectos fundamentais.

O Capítulo 4 – Proposta de um Sistema Especialista para Avaliação das Habilidades Matemáticas em Alunos da Ciência da Computação – apresenta os conceitos importantes do sistema proposto e especifica os requisitos funcionais do mesmo com a utilização de casos de uso, modelagem das classes e comportamento.

¹ Psicólogo russo cognitivista.

O Capítulo 5 – Projeto e Implementação do Sistema – apresenta como foi projetado e implementado o sistema especialista para avaliação das habilidades matemáticas. Neste capítulo serão vistos os projetos de arquitetura, de navegação, de objetos e do banco de dados, bem como as tecnologias e linguagens utilizadas, as restrições de implementação, a instalação e funcionamento do sistema.

No Capítulo 6 – Testes e Resultados – explica como foram aplicados os testes nos alunos avaliados e quais foram os resultados obtidos.

O Capítulo 7 – Conclusões e Perspectivas Futuras – contém as conclusões do trabalho e as expectativas de aprimoramento do mesmo para um futuro próximo.

2 CIÊNCIA COGNITIVA E A TEORIA KRUTETSKIIANA

O que diferencia a espécie humana das demais espécies do reino animal é a capacidade de pensar, raciocinar, formular hipóteses, representar mentalmente situações, operar sobre uma situação inicial visando uma situação desejada, e por fim, solucionar problemas. Esses problemas podem ser originados em situações práticas cotidianas ou propostos através de um enunciado verbal, contendo informações sobre uma situação definida, em que se deseja obter um estado final, sendo que o caminho, ou operações necessárias para isso não é imediatamente disponível (ALVES, 1999). Segundo Klausmeier, Henderson & Pingry e Chi & Glaser (citados por ALVES, 1999) a solução de problemas é um processo cognitivo no qual o sujeito recorre aos conceitos e princípios previamente aprendidos para elaborar uma estratégia adequada com a finalidade de encontrar a resposta ou solução desejada, aperfeiçoando esquemas já existentes em sua estrutura cognitiva. O trabalho realizado por Vadim Andreevich Krutetskii necessitou exatamente da elaboração da resolução desses problemas para examinar algo muito mais complexo: identificar e diagnosticar os diferentes níveis das habilidades matemáticas desenvolvidas por alunos do ensino fundamental e médio.

Sendo assim, a seção 2.1 apresenta uma breve introdução sobre Ciência Cognitiva, e a seção 2.2 demonstra a teoria de Krutetskii e a organização de seu estudo experimental.

2.1 CIÊNCIA COGNITIVA

A Ciência Cognitiva tem como objetivo explicar como as pessoas chegam a seus diferentes tipos de pensamento, querendo não apenas descrever os diferentes tipos de resolução e aprendizado de problemas, mas também explicar como a mente realiza estas operações. Para isso é necessário um estudo interdisciplinar da mente e da inteligência, englobando desde Filosofia, Psicologia Cognitiva, Inteligência Artificial, Neurociência até Lingüística e Antropologia. Suas origens intelectuais são dos anos de 1950, do século XX, quando os pesquisadores de diversas áreas começaram a desenvolver teorias sobre a mente baseadas em representações complexas e procedimentos na área da computação (THAGARD, 1998).

Por ser este um trabalho que envolve a avaliação de habilidades matemáticas e um sistema especialista, duas das disciplinas que compõem o estudo da Ciência Cognitiva receberam destaque: Psicologia Cognitiva e Inteligência Artificial. A primeira favorecerá a compreensão de como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam na resolução de um problema, já a segunda, permitirá que estruturas teóricas da mente sejam desenvolvidas e implementadas em modelos computacionais.

2.2 A TEORIA DE KRUTETSKII

Segundo Krutetskii (1976), o termo habilidade matemática é definido como: *“características psicológicas individuais de um sujeito, que favorecem um domínio rápido e fácil de uma determinada atividade matemática”*. Essa habilidade pode apresentar-se em diferentes níveis de atividade: como uma capacidade criativa independente, onde o sujeito é capaz de produzir descobertas matemáticas relevantes para a humanidade ou como uma capacidade escolar, em que o sujeito dominaria tarefas matemáticas propostas em uma disciplina específica em meio a aprendizagem de seus objetos. A capacidade escolar pode, de certa forma, ser considerada uma atividade criativa, uma vez que o estudante redescobre produtos que, embora conhecidos pela comunidade científica, são inéditos para ele. Isso significa que embora o produto não seja necessariamente inédito, o procedimento de resolução exige criatividade. Entretanto, o autor ressalva que essas habilidades estão intimamente relacionadas com diferenças individuais e que os indivíduos não possuem o mesmo potencial para desenvolvimento dessas atividades. Para ele, todos os sujeitos são aptos a desenvolver diferentes realizações, porém, a capacidade aí envolvida acontecia em variados níveis. Krutetskii (1976) afirmou que todos os indivíduos considerados normais, mentalmente saudáveis, estão aptos a aprender, e que não há aquele que o nível de habilidade seja tão baixo a ponto de não ser bem sucedido na escola, essa é aliás, a opinião geral da psicologia soviética: todos são capazes, porém em diferentes níveis.

Afirmar que todas as pessoas são capazes de aprender qualquer coisa, não significa que elas tenham as mesmas facilidades. Fatores como: métodos, interesses pessoais,

esforços, ambientes, motivações, evoluções sócio-históricas e as habilidades, contribuem para determinar em que nível um sujeito se encontra e o quanto poderá alcançar por meio do aprendizado, prática e domínio de uma atividade matemática. Krutetskii (1976) também afirmou que as habilidades não são constantes e que podem ser desenvolvidas e potencializadas através de esforços, cultivo e melhoramentos, segundo uma ação escolar adequada.

A avaliação por meio de notas, muito observada no meio educacional, não é um bom indicativo de medida da habilidade dos alunos, pois um sujeito que obteve um baixo rendimento escolar não significa necessariamente que o mesmo possui uma baixa capacidade e vice-versa. Segundo indicações de pesquisas como a do psicólogo Rubinstein (citado por KRUTETSKII, 1976), diferentes alunos podem apresentar o mesmo progresso em uma atividade, mas, ainda assim, terem habilidades diferentes. Da mesma maneira, alunos com habilidades idênticas podem diferir nos seus progressos. Krutetskii (1976) constatou daí, que alunos que estavam sob o mesmo método de aprendizagem, desenvolvendo exercícios iguais e que apresentavam condições escolares gerais semelhantes, produziam essencialmente resultados diferentes e, essas diferenças poderiam ser explicadas pelas diferenças de habilidades.

Krutetskii (1976) ressaltou a importância e a necessidade da aplicação dos conceitos e métodos matemáticos em todos os segmentos da Ciência. Para ele, era difícil achar uma área de conhecimento na qual a matemática não estivesse de alguma forma relacionada, por isso acreditava que sua teoria no campo do conhecimento humano seria ampla e progressista. De fato, nota-se um elevado interesse do mercado de trabalho – principalmente na área de exatas e de tecnologia – em profissionais que possuem raciocínio lógico apurado e habilidades matemáticas potencializadas.

Foi assim que Krutetskii (1976) criticou algumas teorias sobre habilidades que defendiam o inatismo e a hereditariedade. Essas teorias entendiam o processo de desenvolvimento das habilidades ocorrendo segundo características da herança biológica do sujeito, conseqüentemente pré-determinadas, e ainda imutáveis. A teoria krutetskiana não descarta a importância da herança genética, ela prega sim, haver certa influência desses fatores no processo de desenvolvimento, independentemente, muitas

vezes, das condições de aprendizagem, da metodologia dos professores e do meio em que esse desenvolvimento ocorre. Isso porque alguns alunos não podem elevar-se acima de certo nível, mesmo que invistam muito esforço e perseverança. Por isso, problemas de um certo nível de complexidade e abstração não podem simplesmente ser resolvidos, assim como eles não podem saltar uma cerca de cinco metros de altura ou levantar um peso de quinhentos quilos, como exemplificou Thorndike (citado por KRUTETSKII, 1976). Alguns alunos obterão sucesso nos estudos tendo maus professores e, outros, fracassarão tendo bons ambientes de aprendizado. Entretanto, Krutetskii (1976) defendeu haver forte influência desses elementos para o sucesso no desenvolvimento das habilidades matemáticas.

Um outro ponto da teoria krutetskiana diz respeito às teorias sobre habilidades que trabalhavam com testes psicométricos². Embora Krutetskii tivesse uma visão positiva do uso de testes individuais, ele criticou esses testes por apresentarem uma abordagem estatística desprovida de análise e avaliação das habilidades. Ele alegava que era consumido muito tempo com o tratamento matemático dos resultados dos testes, não havendo a dedicação necessária no processo da elaboração da resolução. Sendo assim, esses testes visavam aspectos quantitativos do fenômeno, desprezando características qualitativas.

Krutetskii (1976) forneceu alguns exemplos que ilustram a essência de suas críticas e estudos. Para isso, pediu que alguns alunos resolvessem problemas de matemática.

1º Problema: *Três amigos visitam a biblioteca em dias diferentes: o primeiro foi uma vez por 3 dias, o segundo foi uma vez por 4 dias e o terceiro uma vez por 5 dias. Na última vez eles estavam juntos na biblioteca e era terça-feira. Em quantos dias eles estiveram juntos na biblioteca, e que dia da semana isso aconteceu?* (KRUTETSKII, 1976, p.14)

O aluno **G.S.** (7ª série) rapidamente anotou uma série de números consecutivos começando com um e rapidamente riscou números: todo terceiro com um traço, todo

² Testes psicométricos são aqueles que, em Matemática, medem apenas se o sujeito alcançou ou não a resposta correta, mas não mede de que forma. Para aqueles que não alcançam a solução do problema, não teríamos como ajudá-lo com esses testes porque eles, justamente, não revelam o processo, mas o produto.

quarto com um ponto e todo quinto com uma cruz. Ele obteve a resposta correta mecanicamente: 60 dias. Depois, rapidamente contou os dias da semana e disse “Sábado”. Resposta correta com tempo de solução de 2 minutos e 2 segundos. (KRUTETSKII, 1976, p.15)

A aluna **Yu.A.** (7ª série) pensou um pouco e então disse: “*Então isso será o mínimo múltiplo comum!*” Sem pressa, ela calculou “ $3.4.5=60$ ”. Dividiu 60 por 7; obteve 8 semanas, com um resto de 4 dias. Ela declarou: “*Quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira, sábado. Dois meses desde sábado*”. Resposta correta com tempo de solução de 1 minuto e 22 segundos.

Constata-se, nesse caso, que os resultados foram os mesmos para ambos os alunos. As avaliações psicométricas para os dois teriam sido iguais, com exceção para o tempo de solução, no entanto, os processos de resolução estavam em níveis diferentes. (KRUTETSKII, 1976, p.15)

2º Problema: *Anote 100, 101, 102, O que esses três pontos significam? Que primeiro número você anotou? Qual o primeiro dígito? O terceiro dígito? Questão: Qual será o décimo-terceiro dígito? O vigésimo-primeiro dígito?* (KRUTETSKII, 1976, p.15)

O aluno **A.K.** (5ª série) simplesmente continuou a série e primitivamente contou o dígito específico. A resposta está correta com tempo de 29 segundos. (KRUTETSKII, 1976, p.15)

O aluno **S.B.** (6ª série) leu em voz alta, e mostrou com seus dedos os dígitos desde o um até achar o resultado pedido. Resposta correta com tempo de 21 segundos. (KRUTETSKII, 1976, p.15)

A aluna **R.V.** (6ª série) refletiu sobre o fato de cada número ter três dígitos, leu em voz alta em grupos de 3, sem reproduzir toda a série. Resposta correta com tempo de 24 segundos.

Os três alunos solucionaram o problema corretamente com tempos de execução bem próximos. Qualquer psicometrista consideraria os três alunos como sendo iguais. Mas,

os caminhos psicológicos tomados para o resultado, são diferentes. (KRUTETSKII, 1976, p.15)

Krutetskii (1976, p.15) citou as resoluções de dois problemas por três alunos a fim de mostrar a unicidade dos métodos de resolução de problemas dos alunos e quanto às análises dos processos podem contribuir para a pesquisa.

Problema 1: *Se adicionarmos 360 a certo número, obtemos o mesmo resultado que se multiplicarmos esse número desconhecido por 4. Qual é o número?*

Problema 2: *Uma mãe é três vezes mais velha que sua filha. Daqui a dez anos, ela será apenas duas vezes mais velha que sua filha. Qual a idade da mãe?* (KRUTETSKII, 1976, p.15)

A aluna **S.R.** (7ª série) rapidamente, sem pausar, compôs equações e solucionou:

Solução para o problema 1: $360 + x = x \cdot 4$ $360 = 3x$ $x = 120$

Solução para o problema 2: x ; $x + 10$ $3x + 10 = 2(x + 10)$ $x = 10$

$3x$; $3x + 10$ $3x + 10 = 2x + 20$

(KRUTETSKII, 1976, p.15)

A aluna **R.T.** (7ª série) rapidamente, sem pausar, desenhou um diagrama:

Solução para o problema 1: 360

+

$\square = \square\square\square\square$ $\square = 120$

Solução para o problema 2: $\square + \circ$

$\square\square\square \quad \circ$

$\square\square\square\circ + \square\circ\square\circ \quad \square$

= = 10 anos (filha)

(KRUTETSKII, 1976, p.16)

O aluno **R.N.** (7ª série) não escreveu e não desenhou nada. Rapidamente disse:

Solução para o problema 1: “Soma 360 e tome isso 4 vezes – isso é tudo assim. Então 360 é três fatores iguais. O número é 120.” (KRUTETSKII, 1976, p.16)

Solução para o problema 2: “A diferença entre mãe e filha será sempre formada pelas duas idades iniciais da filha, e em 10 anos essas duas idades iniciais serão iguais à próxima idade da filha; que é, em 10 anos, a filha será duas vezes mais velha. A filha tem 10 e a mãe tem 30 anos” (KRUTETSKII, 1976, p. 16).

Os três alunos resolveram o problema e, foram considerados capazes. Um psicometrista teria considerado todos os três totalmente iguais, a despeito do tempo de resolução, que nesse caso, foi aproximadamente igual. Mas, uma análise superficial do processo sugere diferenças essenciais no processo mental dos alunos. Por isso, Krutetskii (1976) insistiu na análise do processo, pela importância de se mostrar as diferentes possibilidades que são perdidas em um teste psicométrico e a fragilidade de suas conclusões. Um teste psicométrico concluiria que os alunos eram iguais em suas manifestações das habilidades matemáticas, ao passo que as análises do processo sugeriam que os sujeitos tinham diferenças profundas de níveis de habilidades matemáticas demonstrados durante a resolução.

Diante das resoluções, Krutetskii (1976) identificou os sujeitos como pertencendo a um grupo de altamente capazes, mediantemente capazes ou pouco capazes segundo o nível de criatividade, tempo de resolução, necessidade de ajuda para a resolução, segurança no desenvolvimento, etc. Para isso, ele organizou as etapas do pensamento durante a resolução de problemas em quatro categorias: **Obtenção da Informação, Processamento da Informação, Retenção da Informação e Tipologia**. As três primeiras correspondem a passos básicos na atividade mental que ocorre durante a resolução de problemas matemáticos - os sujeitos reunindo informações necessárias para resolver o problema, em seguida processando essa informação e, finalmente, mantendo na memória os resultados e conseqüências da solução. A quarta categoria refere-se à investigação de tipos de habilidade matemática. Dentre as categorias, existem 26 séries de problemas que foram distribuídas em sete grupos de acordo com o

componente da estrutura da habilidade matemática que elas estavam designadas a investigar. Krutetskii (1976) organizou os 79 testes pertencentes às 26 séries em 22 do tipo aritmético, 17 algébricos, 25 geométricos e 15 de outros tipos, conforme apresentado na Figura 1. Eles foram tomados de livros escolares, de coleções de problemas, de livros populares de Matemática, de jornais e revistas. O quadro contendo a organização do sistema de problemas experimentais utilizado por Krutetskii (1976) encontra-se no Anexo A.

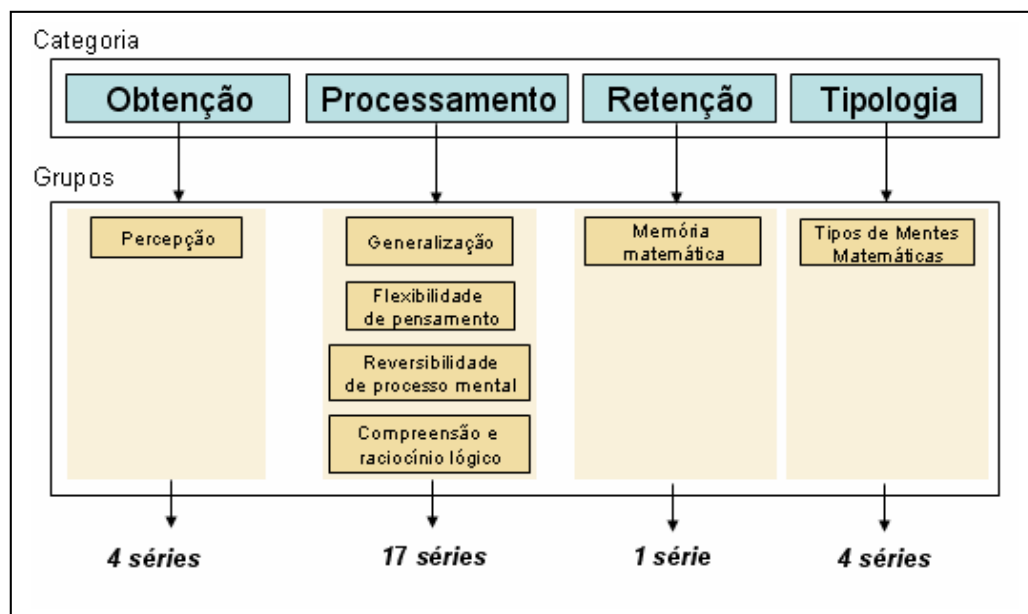


FIGURA 1 – Organização de problemas do estudo de Krutetskii

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi apresentada a teoria de Krutetskii (1976) e os objetivos da Ciência Cognitiva, demonstrando que um estudo mais profundo nestes conceitos, é capaz de proporcionar o entendimento de como as pessoas chegam a diferentes tipos de pensamento durante a resolução de problemas.

3 SISTEMAS ESPECIALISTAS

As áreas de interesses específicos da IA às quais se podem desenhar um sistema são chamadas de domínio. Construir um sistema de IA que cubra qualquer domínio imaginável é um sério problema. Primeiro porque inserir todos os fatos e regras necessárias para se alcançar todos os objetivos de todos os domínios é virtualmente infinito. E segundo, porque ainda não foi inventada uma máquina que armazene e processe tamanha quantidade de informação. Sendo assim, ainda se faz necessário focar áreas que contêm informações suficientes que possam ser moldadas por um programa de computador (LEVINE et al., 1988). Diante desse contexto, surge o conceito de Sistemas Especialistas (SE). Esses sistemas foram desenvolvidos visando utilizar métodos da IA para representar e usar conhecimento de especialistas humanos em problemas de áreas específicas (BARR et al., 1989). Este capítulo procura dar uma visão geral sobre os sistemas especialistas, com enfoque na sua definição, arquitetura e aspectos fundamentais.

Sendo assim, a seção 3.1 apresentada as definições dos sistemas especialistas. Na seção 3.2 é contemplada sua arquitetura e na seção 3.3 são apresentados os tópicos fundamentais para desenvolvimento desses sistemas.

3.1 DEFINIÇÃO DE SISTEMAS ESPECIALISTAS

Algumas áreas exigem conhecimentos específicos para execução de determinados procedimentos. Sendo assim, não é todo profissional que possui permissão para executar essas atividades, e sim, aqueles que detêm conhecimentos voltados para esses assuntos. Por isso mesmo, são denominados especialistas. Para auxiliar o trabalho desses profissionais, surgiram em meados dos anos 80 os Sistemas Especialistas. Existe uma variedade muito grande de definições para tais sistemas. Aqui serão apresentadas algumas destas, ilustrando que dentre os autores pesquisados parece haver convergência de conceitos.

Segundo Jackson (1999), um sistema especialista é um programa de computador que se utiliza do conhecimento de algum especialista que possui uma visão de como resolver problemas ou dar conselhos sobre determinado domínio. Um sistema especialista pode cumprir completamente uma função que normalmente requer a perícia de um especialista humano, ou pode representar o papel de um assistente para um especialista humano. Em outras palavras, o colaborador pode interagir com um especialista humano que interagem com o programa. Alternativamente, o colaborador humano pode ser alguém capaz de atingir níveis de especialista de execução, dada alguma ajuda técnica do programa. Obter a distribuição certa das funções entre uma pessoa e uma máquina é a chave para o desenvolvimento de sistemas especialistas bem sucedidos.

Lima (1999) considera sistemas especialistas como sendo sistemas desenvolvidos para conter em si o conhecimento de um ou mais especialistas, ou seja, são sistemas projetados para solucionar problemas e realizar tarefas simulando a tomada de decisão de especialistas em diferentes áreas. São estruturados para atender a uma aplicação restrita ou domínio limitado do conhecimento. Para Rezende (2003), sistemas especialistas são sistemas baseados em conhecimento que resolvem problemas ordinariamente resolvidos por um especialista humano. Por isso, eles requerem conhecimento sobre habilidade, a experiência e as heurísticas usadas pelos especialistas.

Levine et al. (1998) acredita que sistemas especialistas são sistemas de IA criados para resolver problemas em um determinado domínio, e que todo o conhecimento retido nesses sistemas é fornecido por pessoas que são especialistas naquela área específica.

No presente trabalho, optou-se por seguir a visão dos autores Levine et al. (1998) devido a um estudo realizado por eles sobre sistemas especialistas para avaliação de aprendizagem. Porém, como nem todos os termos que envolvem a teoria de sistemas especialistas estavam explicitamente detalhados na literatura pesquisada, decidiu-se utilizar conceitos de outros autores influentes na área de IA (JACKSON, 1999; BARR et al., LIMA, 1999; REZENDE 2003; BITTENCOURT, 2001; SCHILD, 1989) que não

contrariavam a visão dos autores nos quais o trabalho foi baseado, ou seja, Levine et al.

A Figura 2 mostra a classificação dos sistemas de Inteligência Artificial, ilustrando a ligação existente entre sistemas inteligentes, sistemas baseados em conhecimentos e sistemas especialistas.



FIGURA 2 – Relação entre SI, SBC e SE

Fonte: REZENDE, 2003

Em resumo, sistemas especialistas codificam o conhecimento dependente do domínio da prática diária em alguma especialidade e usam esse conhecimento para solucionar problemas, em vez de usar comparativamente métodos de domínio independentes, derivada da Ciência da Computação ou Matemática. O processo de construir um sistema especialista é frequentemente chamado de engenharia de conhecimento, e é considerado como “inteligência artificial aplicada” (FEIGENBAUM citado por JACKSON, 1999).

Alguns benefícios de se utilizar sistemas especialistas são (SCHILDT, 1989; LIMA, 1999): sempre será utilizada toda a sua capacidade o tempo todo, ao contrário dos especialistas humanos, gerando a melhor opinião possível dentro das limitações do seu conhecimento; depois de criado, pode-se criar um novo sistema especialista simplesmente copiando o programa de uma máquina para a outra, enquanto que um

ser humano precisa de um longo período para tornar-se um especialista em uma determinada área; não é afetado por questões psicológicas, estresse e fatores externos, proporcionando maior disponibilidade e estabilidade; apresenta maior eficiência e otimização de resultados; possui maior rapidez na resolução de problemas; dentre outros.

Para Lima (1999), os sistemas especialistas também apresentam algumas dificuldades de utilização, dentre as quais se podem citar: ausência de meta conhecimentos; dificuldade no processo de aquisição de conhecimento; falta de conhecimentos genéricos e validação do sistema.

3.2 ARQUITETURA DOS SISTEMAS ESPECIALISTAS

Visando uma maior facilidade de uso, eficiência e expressividade, a arquitetura de um sistema especialista foi baseada em três módulos: uma base de regras, uma memória de trabalho e um motor de inferência, conforme ilustra a Figura 3. A base de regras e a memória de trabalho formam a chamada base de conhecimento do SE, onde está representado todo o conhecimento do domínio. O motor de inferência é o mecanismo de controle do sistema que avalia e aplica as regras de acordo com as informações da memória de trabalho (BITTENCOURT, 2001).

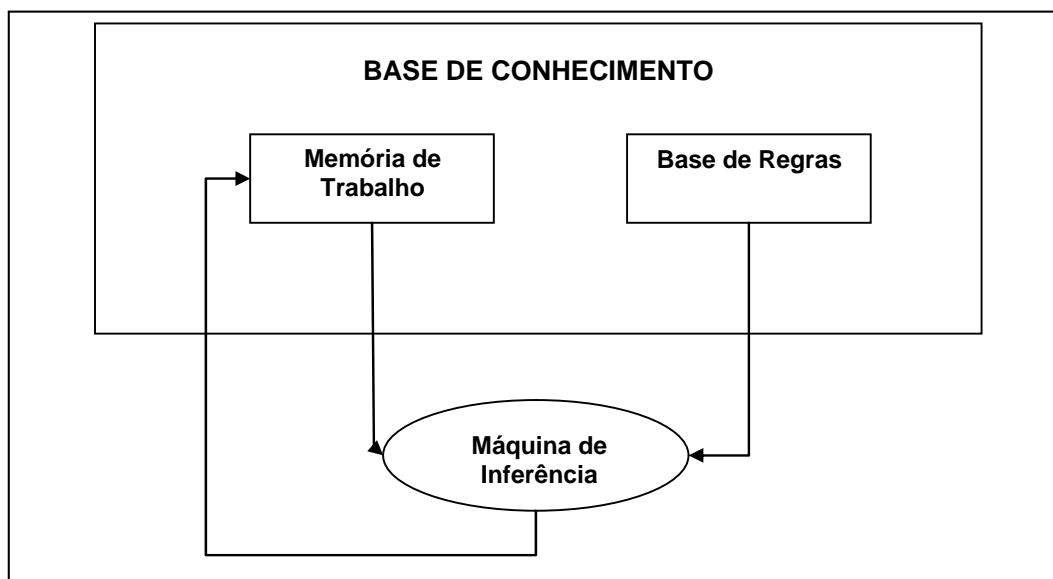


FIGURA 3 – Arquitetura Convencional de um SE
Fonte: BITTENCOURT, 2001

Um dos princípios fundamentais em um projeto de sistemas especialistas é a separação do conhecimento sobre um domínio, dos programas que raciocinam com aquele conhecimento. isto é, algumas vezes, declarado como uma separação da base de conhecimento e a máquina de inferência (DAVIS, citado por BARR et al.,1989).

A chave para o desempenho de um sistema especialista está no conhecimento armazenado em suas regras e em sua memória de trabalho. Esse conhecimento deve ser obtido junto a um especialista humano de domínio e representado de acordo com regras formais definidas para a codificação de regras do sistema especialista em questão (BITTENCOURT,2001).

3.3 TÓPICOS FUNDAMENTAIS NOS SISTEMAS ESPECIALISTAS

3.3.1 Aquisição de Conhecimento

Segundo Rezende (2003), aquisição de conhecimento é um processo de modelagem de problemas e soluções pertinentes a tarefas em um domínio específico. Conhecimento sobre domínio e sobre o problema, assim como sobre as estratégias de resolução, formam o material observado e interpretado pelo Engenheiro de Conhecimento para a criação do modelo computacional.

A parte mais sensível no desenvolvimento de um sistema especialista é a aquisição de conhecimento, que não pode limitar-se a adicionar novos elementos de conhecimento à base de conhecimentos, é necessário integrar o novo conhecimento ao conhecimento já disponível, através da definição de relações entre os elementos que constituem o novo conhecimento e os elementos já armazenados na base (BITTENCOURT, 2001).

Segundo Lima (1999), existem várias formas de obtenção de conhecimentos: **Por Análise de Protocolos Verbais**, que consiste em observar o especialista trabalhando e explicar seus procedimentos; **Por Entrevistas**, que é a técnica mais utilizada para esclarecimento de dúvidas e de conhecimentos implícitos; **Por Exploração do Discurso**, que consiste em deixar o especialista falar (num monólogo) a respeito de um dado assunto sem fazer interrupções e em seguida analisar esse discurso utilizando-se

teorias lingüísticas; **Por Observação Direta**, que consiste em observar e gravar em vídeo como o especialista trabalha; **Por Questionários**, que consiste em elaborar um questionário sobre o conteúdo que vai ser modelado e **Por Verbalização Retrospectiva**, que consiste em analisar um caso já tratado e interrogar especialistas sobre o porquê das suas ações.

3.3.2 Representação do Conhecimento

A parte principal do projeto de um sistema especialista, conforme Bittencourt (2001), é a escolha do método de representação de conhecimento. A linguagem associada ao método escolhido deve ser suficientemente expressiva para permitir a representação do conhecimento a respeito do domínio escolhido de maneira completa e eficiente. Sendo assim, alguns tipos de formalismos de representação de conhecimento foram desenvolvidos, tais como a lógica, a rede semântica e quadros. A **Lógica** é a base para a maioria dos formalismos de representação de conhecimento e pode facilmente ser interpretada como proposições ou predicados lógicos. A **Rede Semântica** consiste em um grafo rotulado e direcionado formado pelo conjunto de nodos conectados por um conjunto de arcos, onde os nodos representam objetos e os arcos, relações binárias sobre esses objetos. Os **Quadros** consistem em um conjunto de atributos que, através de seus valores, descrevem as características do objeto representado pelo quadro.

A representação de conhecimento está preocupada, principalmente, em como grandes partes de informações úteis podem ser formalmente descritas para os propósitos da computação representada por símbolos. Uma descrição formal significa uma linguagem ou notação que tem uma sintaxe e uma semântica bem definida que revela os significados de expressões em virtude de sua forma. A computação simbólica representa computações não-numéricas em que os símbolos e suas estruturas podem ser construídos para suportar vários conceitos e relacionamento entre eles (JACKSON,1999).

3.3.3 Motor de inferência (Controle de Raciocínio)

O motor de inferência tem como objetivo buscar informações e relacionamentos entre elementos de um SE, como base de conhecimentos e dados, e fornecer respostas, previsões e sugestões do modo como um especialista humano faria (STAIR, 1998).

De acordo com Bittencourt (2001), as principais características do motor de inferência dizem respeito às seguintes funcionalidades: método de raciocínio, estratégia de busca, resolução de conflito e representação de incerteza.

- **Método de raciocínio:** existem basicamente dois modos de raciocínio aplicáveis às regras: encadeamento progressivo ou encadeamento à frente, e encadeamento regressivo ou encadeamento para trás. No encadeamento progressivo, também chamado de encadeamento dirigido por dados, a parte esquerda da regra é comparada com a descrição da situação atual, contida na memória de trabalho. As regras que satisfazem a esta descrição têm sua parte direita executada, o que em geral, significa a introdução de novos fatos na memória de trabalho. No encadeamento regressivo, também chamado encadeamento dirigido por objetivos, o comportamento do sistema é controlado por uma lista de objetivos. Um objetivo pode ser satisfeito diretamente por um elemento da memória de trabalho, ou podem existir regras que permitam inferir algum dos objetivos correntes, isto é, que contenham uma descrição deste objetivo em suas partes direitas. As regras que satisfazem esta condição têm as instâncias correspondentes às suas partes esquerdas adicionadas à lista de objetivos correntes. Caso uma dessas regras tenha todas as condições satisfeitas diretamente pela memória de trabalho, o objetivo em sua parte direita é também adicionado à memória de trabalho. Um objetivo que não possa ser satisfeito diretamente pela memória de trabalho, nem inferido através de uma regra, é abandonado. Quando o objetivo inicial é satisfeito, ou não há mais objetivos, o processamento termina. O tipo de encadeamento normalmente é definido de acordo com o tipo de problema a ser resolvido. Problemas de planejamento, projeto e classificação tipicamente utilizam encadeamento progressivo, enquanto problemas de diagnóstico, que existem apenas algumas saídas

possíveis, mas um grande número de estados iniciais, utilizam encadeamento regressivo.

- **Estratégia de busca:** uma vez definido o tipo de encadeamento, o motor de inferência necessita ainda de uma estratégia de busca para guiar a pesquisa na memória de trabalho e na base de regras.
- **Resolução de conflito:** ao terminar o processo de busca, o motor de inferência dispõe de um conjunto de regras que satisfazem à situação atual do problema, o chamado conjunto de conflito. Se um conjunto for vazio, a execução é terminada; caso contrário, é necessário escolher que regras serão realmente executadas e em que ordem. Os métodos de resolução de conflito mais utilizados ordenam as regras de acordo com os seguintes critérios: prioridades atribuídas estaticamente; características da estrutura das regras como complexidade, simplicidade e especificidade; características dos dados associados às regras como o tempo decorrido desde sua obtenção, sua confiabilidade ou seu grau de importância; e, finalmente, seleção ao acaso. Em geral, a utilização de um desses critérios é insuficiente para resolver os conflitos. Neste caso, pode combinar mais de um método na forma de método primário, secundário, etc. Os melhores sistemas especialistas dispõem de diversos métodos de resolução de conflito e permitem ao usuário a especificação de quais métodos utilizar e em que ordem.
- **Representação de incerteza:** o tratamento de incerteza é uma ativa área de pesquisa em SE's, pois, os domínios adequados à implementação desses sistemas se caracterizam exatamente por não serem modelados por nenhuma teoria geral, o que implica em descrições incompletas, inexatas ou incertas. Diversos métodos foram propostos para tratar esse problema, como por exemplo, teoria de probabilidades subjetivas e teoria das possibilidades. De maneira geral, estes métodos atribuem aos fatos e regras uma medida numérica que represente de alguma forma a "confiança" do especialista. Os métodos utilizados não são, necessariamente, coerentes uns com os outros e cada método adapta-se melhor a determinados tipos de problemas. Diversos sistemas especialistas dispõem de mais de um método de tratamento de incerteza,

deixando ao usuário a escolha do mais adequado ao seu problema. Uma das características comuns desses métodos é a existência de um limite mínimo para a medida de incerteza, abaixo do qual o fato ou regra é desconsiderado. Este limite pode, em geral, ser fixado pelo usuário.

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

A partir das questões discutidas neste capítulo, conclui-se que os sistemas especialistas possuem diversas vantagens, baseadas na disponibilidade e na conveniência, que associadas ao fato de que podem ser criados tendo o conhecimento facilmente copiado e/ou armazenado, fazem com que a perda permanente de um conhecimento especializado seja bastante rara. Além disso, o fato de estarem utilizando toda a sua capacidade durante todo o tempo, permite que seja gerada a melhor opinião possível dentro das limitações de seu conhecimento (SCHILD, 1989).

4 PROPOSTA DE UM SISTEMA ESPECIALISTA PARA AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES MATEMÁTICAS EM ALUNOS DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma proposta para o desenvolvimento de um sistema especialista para avaliação das habilidades matemáticas em alunos da Ciência da Computação.

Os requisitos do sistema foram baseados na teoria das habilidades matemáticas do psicólogo russo Krutetskii (1976), que possibilitou adquirir todo o conhecimento necessário para análise e diagnóstico do nível de desenvolvimento das habilidades matemáticas de alunos de diferentes períodos de Ciência da Computação. Para descrição desses requisitos utilizou-se a Linguagem de Modelagem Unificada (UML – *Unified Modeling Language*) – linguagem padrão empregada para a modelagem e documentação de requisitos de sistemas no paradigma de Orientação a Objetos. A UML foi proposta por Ivar Jacobson, James Rumbaugh e Grady Booch em 1997 e pode ser usada para visualizar, especificar, construir e documentar artefatos que façam uso de sistemas complexos de software (BOOCH et al., 2000).

Sendo assim, a seção 4.1 apresenta a definição de alguns conceitos importantes e específicos do sistema – denominado *Sistema Córtex* (referenciando a área do cérebro responsável pelo controle do pensamento e das funções sensoriais). A seção 4.2 apresenta os requisitos funcionais do sistema ilustrando os casos de uso e suas descrições. A modelagem de classes é discutida na seção 4.3. E por fim, a seção 4.4 apresenta a modelagem de comportamento, através dos diagramas de seqüência e dos diagramas de estado.

4.1 CONCEITOS IMPORTANTES

Para o entendimento do sistema, é necessário delimitar o significado de alguns termos:

- **Categorias de Problemas:** são as categorias organizadas por Krutetskii (1976) para identificar as etapas do pensamento durante a resolução de problemas;

- **Grupos de Problemas:** representam os componentes da estrutura da habilidade matemática segundo Krutetskii (1976);
- **Séries de Problemas:** de acordo com Krutetskii (1976), definem os sub-componentes das etapas do pensamento matemático durante a resolução de problemas. Neste trabalho, os sub-componentes estudados foram: percepção, raciocínio lógico e memória matemática;
- **Questionários:** correspondem ao conjunto de perguntas e respostas referentes a cada categoria estudada por Krutetskii (1976). No presente trabalho foram elaborados três questionários, sendo um de “obtenção da informação”, outro de “processamento da informação” e o último de “retenção da informação”;
- **Testes:** são compostos por um ou mais questionários. A elaboração de um teste depende da necessidade de avaliação do professor, sendo possível tanto elaborar testes contendo apenas um tipo de questionário, como por exemplo, de “obtenção da informação”, quanto testes relacionados às três categorias;
- **Avaliações:** são formadas pela associação de um teste com um conjunto de alunos que serão avaliados.

O Anexo A contém um quadro que ilustra a organização do sistema de problemas experimentais utilizados por Krutetskii (1976) para avaliação das habilidades matemáticas. Nele, será possível visualizar os conceitos de categoria de problemas, grupos de problemas e séries de problemas. Já na Figura 4, será apresentada a estrutura de elaboração de uma avaliação.

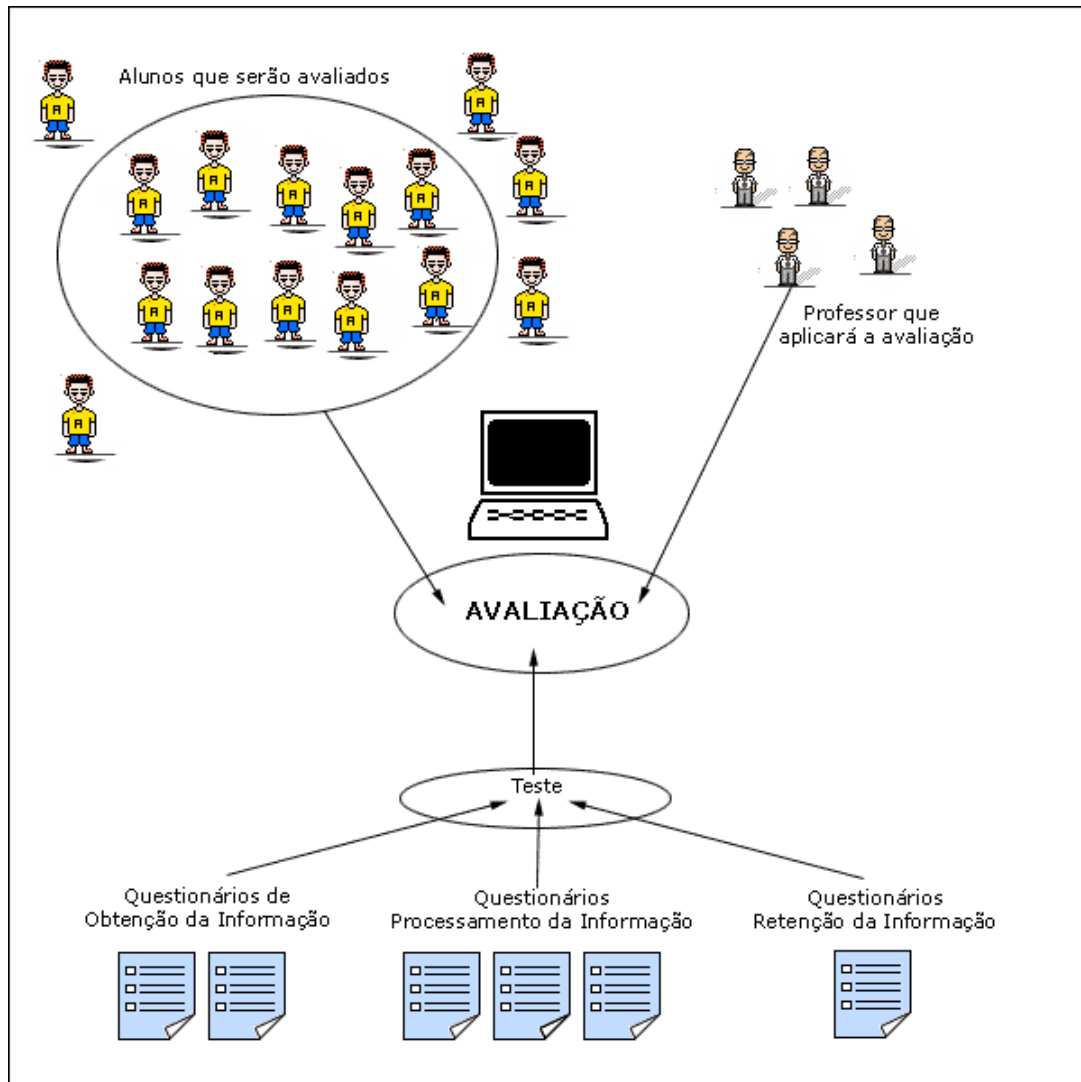


FIGURA 4 – Estrutura de Elaboração de uma Avaliação

4.2 REQUISITOS FUNCIONAIS

Na UML, os Diagramas de Caso de Uso são empregados para descrever os requisitos funcionais do sistema, fornecer uma documentação consistente e clara sobre as responsabilidades que devem ser cumpridas por cada ator do sistema, formar a base para a fase de projeto e oferecer as possíveis situações do mundo real para teste do sistema (FURLAN,1998).

Um caso de uso é uma descrição de um conjunto de seqüências de ações, incluindo variantes realizadas pelo sistema para produzir um resultado observável do valor de um

ator. Um ator representa um conjunto coerente de papéis que os usuários dos casos de uso desempenham quando interagem com os mesmos (BOOCH et al.,2000).

O sistema proposto apresenta quatro atores:

- **Avaliado:** representam os alunos que serão submetidos aos testes. A única interação desse ator com o sistema proposto é a de responder as perguntas que serão exibidas na tela e consultar o relatório individual que será gerado após a conclusão da avaliação.
- **Professor:** será responsável por todo o gerenciamento de aplicação das avaliações e análise dos resultados. Após o cadastramento do conhecimento efetuado pelo especialista, o professor será o tutor do sistema, tendo como principais obrigações dar carga dos dados nas tabelas de apoio e acompanhar o processo de avaliação dos alunos.
- **Especialista:** representa o profissional de psicologia cognitiva que contribui com toda a sabedoria do sistema proposto. A função principal desse ator é cadastrar o conhecimento relevante e necessário de um especialista humano para avaliação das habilidades matemáticas dos alunos avaliados.
- **Administrador:** será responsável por administrar o sistema, cadastrando os usuários e gerenciando o nível de acesso dos mesmos.

A seguir, os Diagramas de Caso de Uso são apresentados de forma sucinta, pois sua descrição mais completa e detalhada está disponível em Anexo C ao final do presente trabalho. O Diagrama de Caso de Uso Principal, representado na Figura 5, descreve as principais funcionalidades que o sistema deve fornecer. Este diagrama é composto pelos seguintes Casos de Uso: **ControlarAvaliacao**, **CadastrarDadosGerais**, **ConsultarRelatoriosAvaliacao** e **AdministrarSistema**.

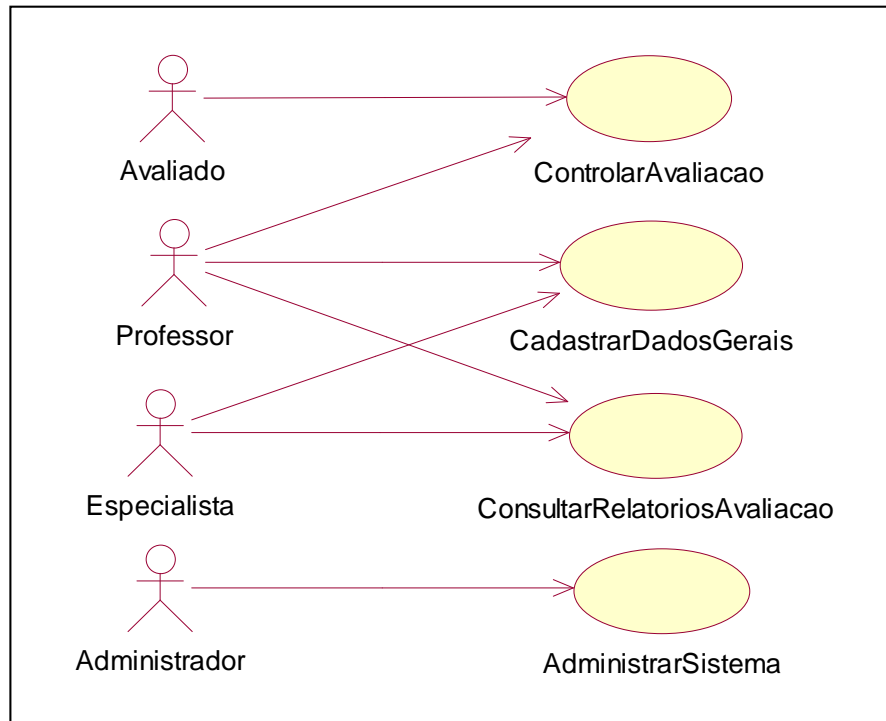


FIGURA 5 – Caso de Uso Principal

O Caso de Uso **ControlarAvaliacao** é decomposto, gerando um novo diagrama de caso de uso, conforme ilustra a Figura 6.

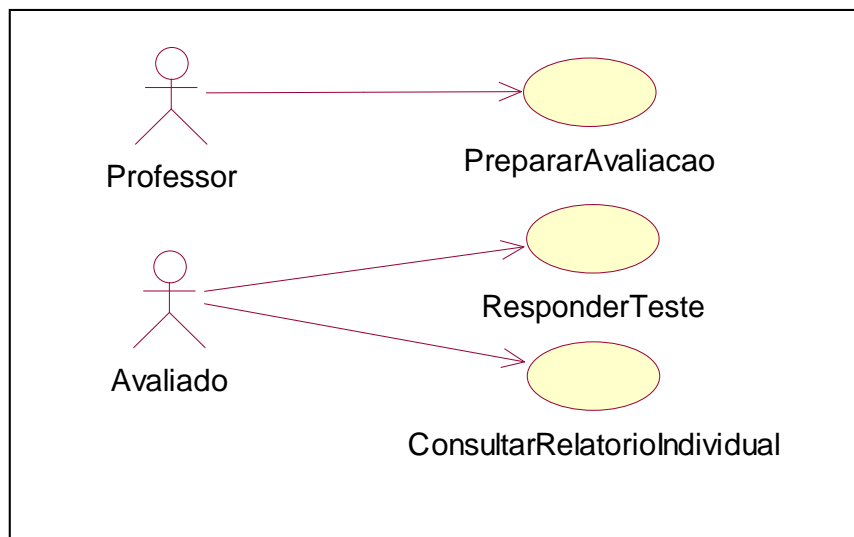


FIGURA 6 – Caso de Uso ControlarAvaliacao

Esse caso de uso gerencia todo o processo de composição e aplicação das avaliações. O professor é responsável por cadastrar e preparar cada avaliação que é formada pela associação do teste com os alunos que serão avaliados. Na data marcada, os alunos serão reunidos e responderão ao teste. Após a conclusão, será disponibilizado para cada aluno um relatório parcial contendo cada questão respondida e indicando se a resposta está certa ou errada. Posteriormente, estará disponível para o aluno um relatório individual informando seu desempenho em relação aos demais avaliados do mesmo período.

O Caso de Uso **CadastrarDadosGerais**, que também surge da decomposição do Caso de Uso Principal, é responsável pelos cadastros de dados que apóiam a aplicação das avaliações. Essas informações são de dois tipos: cadastro de informações complementares, onde se encontram os registros de cursos e instituições de ensino, e o cadastro de conhecimento, que contém a informação e a experiência do especialista, conforme pode ser visto na Figura 7.

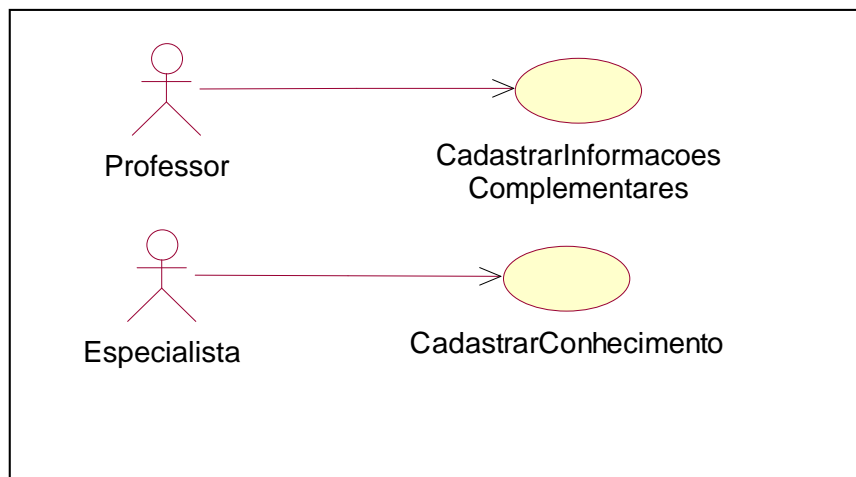


FIGURA 7 – Caso de Uso CadastrarDadosGerais

O caso de uso **ConsultarRelatoriosAvaliacao** é responsável por exibir os relatórios da avaliação. A qualquer momento o professor e/ou especialista terão disponíveis gráficos comparativos que permitirão uma análise mais detalhada sobre os resultados das avaliações.

E por fim, o caso de uso **AdministrarSistema** é responsável pelo cadastramento de usuários e pelo nível de acesso dos mesmos aos módulos do sistema, proporcionando maior integridade e segurança dos dados, conforme pode ser visto na Figura 8.

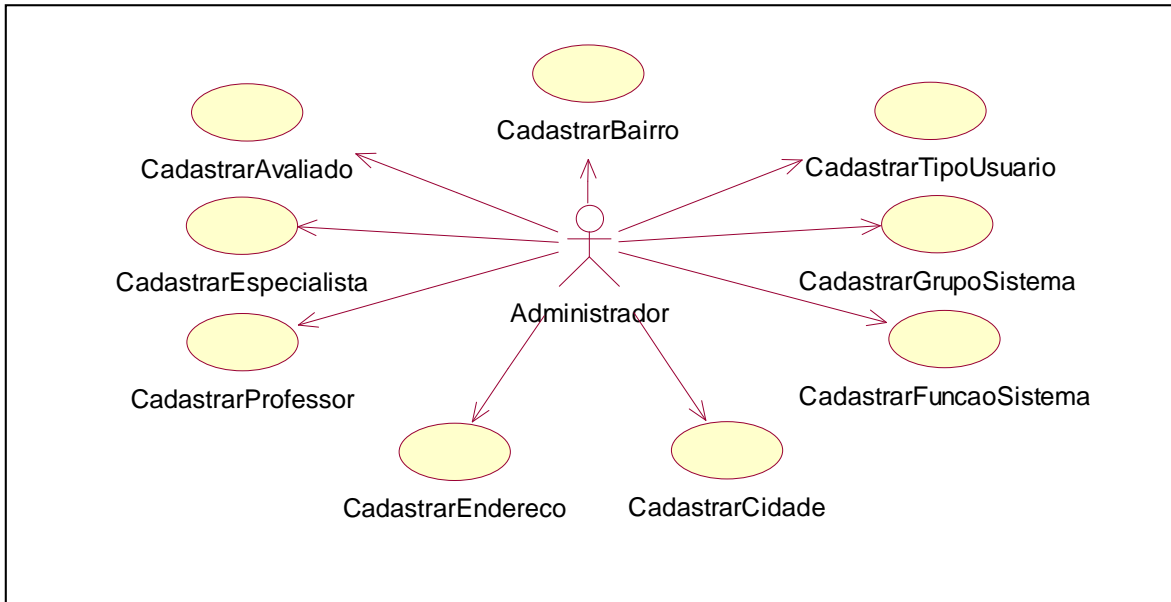


FIGURA 8 – Caso de Uso AdministrarSistema

4.3 DIAGRAMA DE CLASSES

As classes são os blocos de construção mais importantes de qualquer sistema orientado a objetos (OO). Uma classe é uma descrição de um conjunto de objetos que compartilham os mesmos atributos, operações, relacionamentos e semântica. Os diagramas de classes são utilizados para fazer a modelagem da visão estática de um sistema. A UML possibilita a representação gráfica das classes permitindo visualizar uma abstração independente de qualquer linguagem de programação específica e de uma maneira que torna possível dar ênfase às partes mais importantes de uma abstração (BOOCH et al.,2000).

A Figura 9 apresenta o Diagrama de Classes do sistema proposto.

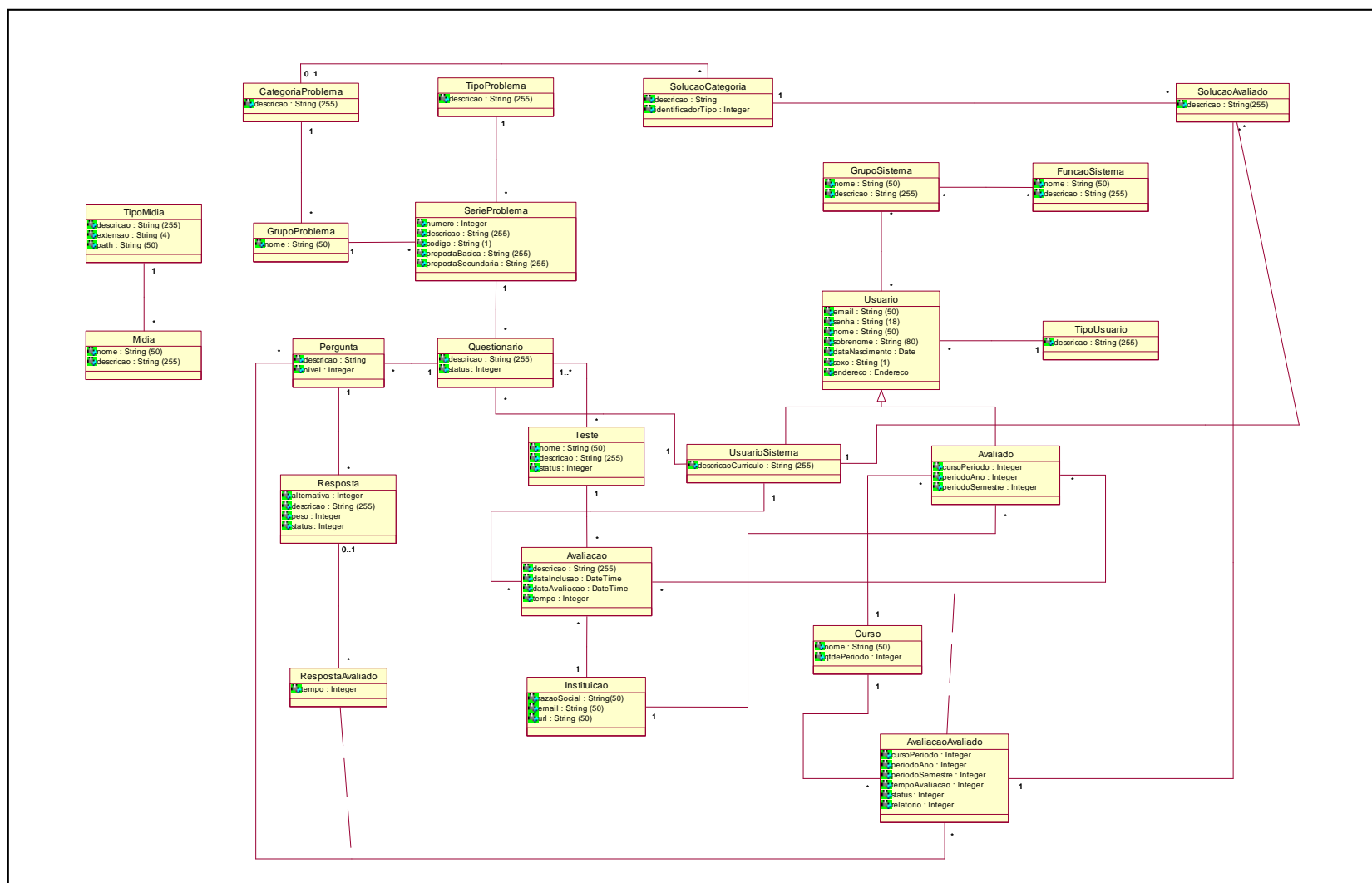


FIGURA 9 – Diagrama de Classe do Sistema Proposto

De acordo com a Figura 9, a classe **CategoriaProblema** contém o cadastro de todas as categorias dos problemas do sistema, essas categorias são agrupadas na classe **GrupoProblema**. A classe **TipoProblema** contém os possíveis tipos que cada problema pode assumir. A classe **SerieProblema** contém as séries propostas por Krutetskii (1976). A classe **SolucaoCategoria** contém a descrição de solução para cada categoria. A classe **Teste** contém todos os testes a serem aplicados. A classe **Questionário** contém os questionários que formarão os testes. A classe **Pergunta** contém as perguntas que formarão os questionários. A classe **Resposta** contém as respostas de cada pergunta. A classe **Avaliacao** contém os dados das avaliações a serem realizadas por cada período. A classe **Instituicao** contém as informações de cada instituição onde serão aplicadas as avaliações. A classe **Curso** contém as informações do curso de cada avaliado. A classe **Usuario** contém os dados dos usuários do sistema, eles são divididos em dois tipos, usuário do sistema e avaliado. A classe **UsuarioSistema** contém os dados dos usuários (professores, especialistas e administradores) do sistema. A classe **Avaliado** contém os dados dos alunos a serem avaliados. A classe **AvaliacaoAvaliado** contém os dados do aluno e da avaliação a ser feita. A classe **RespostaAvaliado** contém o tempo que cada avaliado levou para responder cada pergunta. A classe **FuncaoSistema** contém o cadastro de todos os módulos do sistema; esses módulos são agrupados na classe **GrupoSistema** onde cada usuário terá acesso a seus respectivos grupos. A classe **SolucaoAvaliado** contém a descrição da análise do desempenho do avaliado referente as categorias de Krutetskii (1976). A classe **TipoUsuario** identifica cada tipo de usuário (professor, especialista, administrador, avaliado). A classe **Midia** contém os dados de cada figura cadastrada no sistema, onde cada figura é de um tipo e esses tipos são cadastrados na classe **TipoMidia**.

4.4 MODELAGEM DE COMPORTAMENTO

Os diagramas comportamentais da orientação a objetos são utilizados para visualizar, especificar, construir e documentar os aspectos dinâmicos de um sistema que são

considerados como uma representação de suas partes que sofrem alterações (BOOCH et al.,2000).

Para apoiar a modelagem do comportamento do sistema serão utilizados, nesta seção, dois dos modelos propostos pela UML: os Diagramas de Seqüências e os Diagramas de Estados.

4.4.1 Diagrama de Seqüência

Um diagrama de seqüência é um diagrama de interação que dá ênfase à ordenação temporal das mensagens enviadas e recebidas por esses objetos. Além disso, os diagramas de seqüência são usados para ilustrar a visão dinâmica de um sistema (BOOCH et al.,2000).

Nas Figuras 10, 11, 12, 13 e 14 serão apresentados os principais diagramas de seqüência do sistema especialista para avaliação da habilidade matemática em alunos da Ciência da Computação.

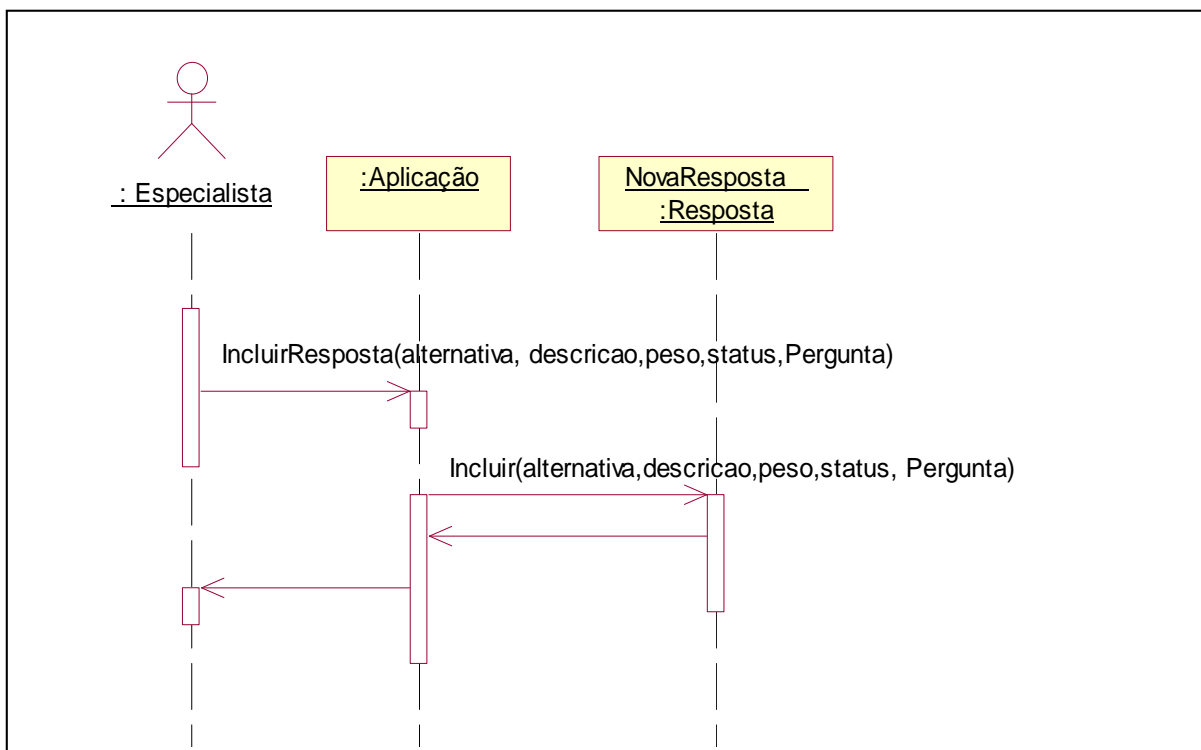


FIGURA 10 – Diagrama de Seqüência IncluirResposta

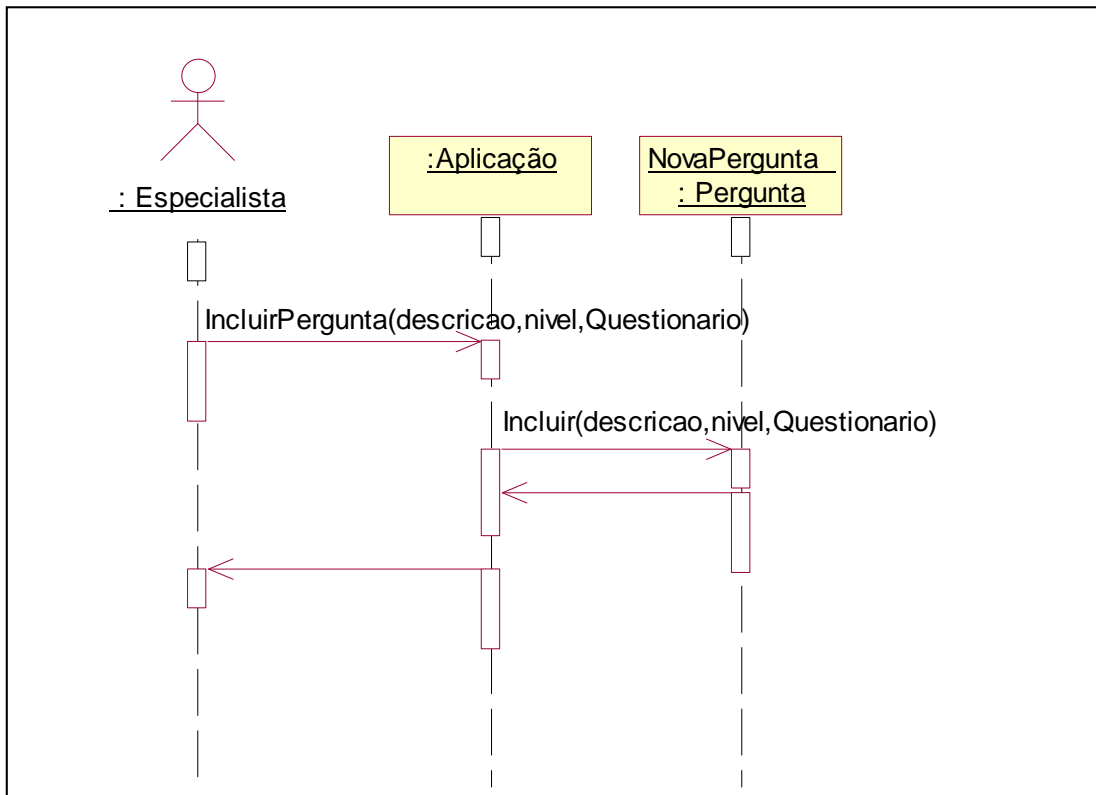


FIGURA 11 – Diagrama de Seqüência IncluirPergunta

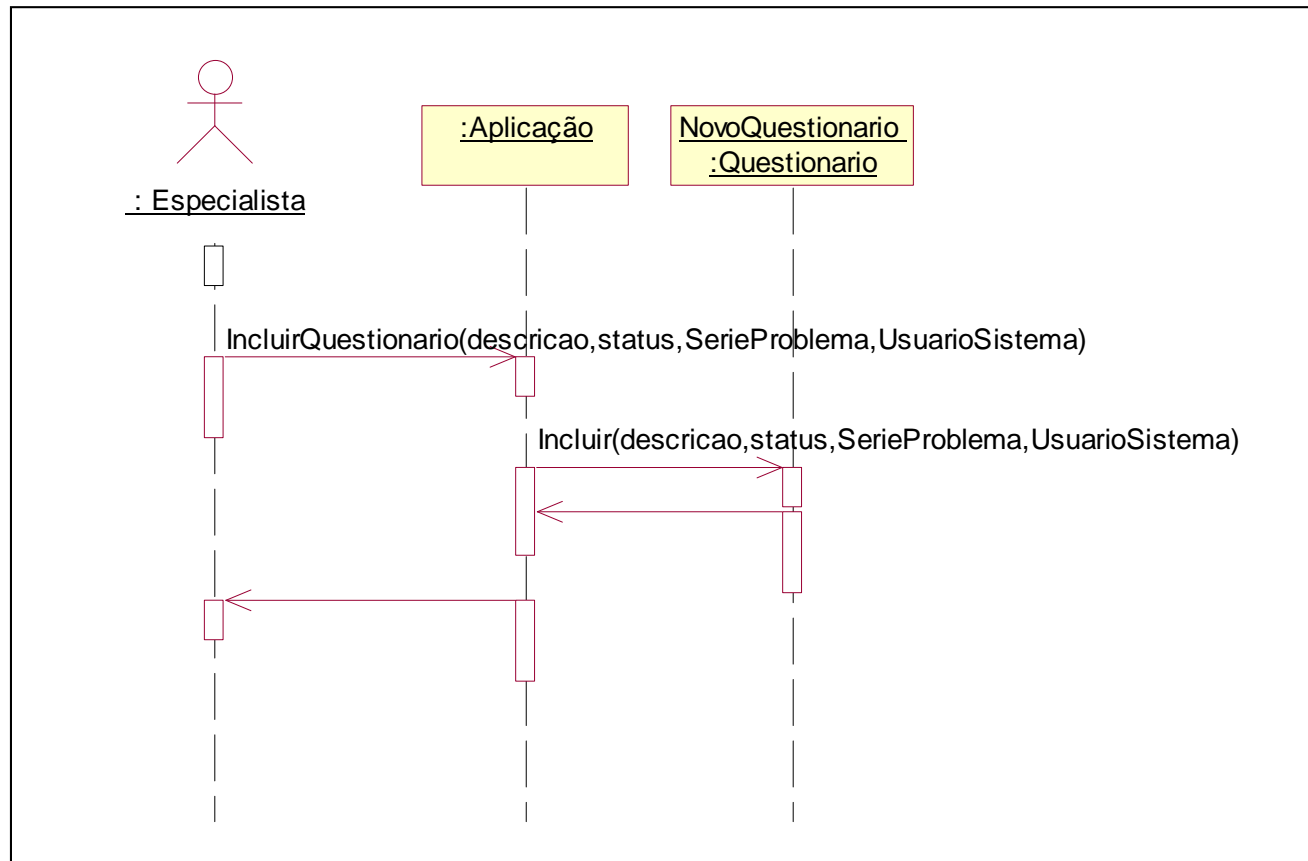


FIGURA 12 – Diagrama de Seqüência IncluirQuestionario

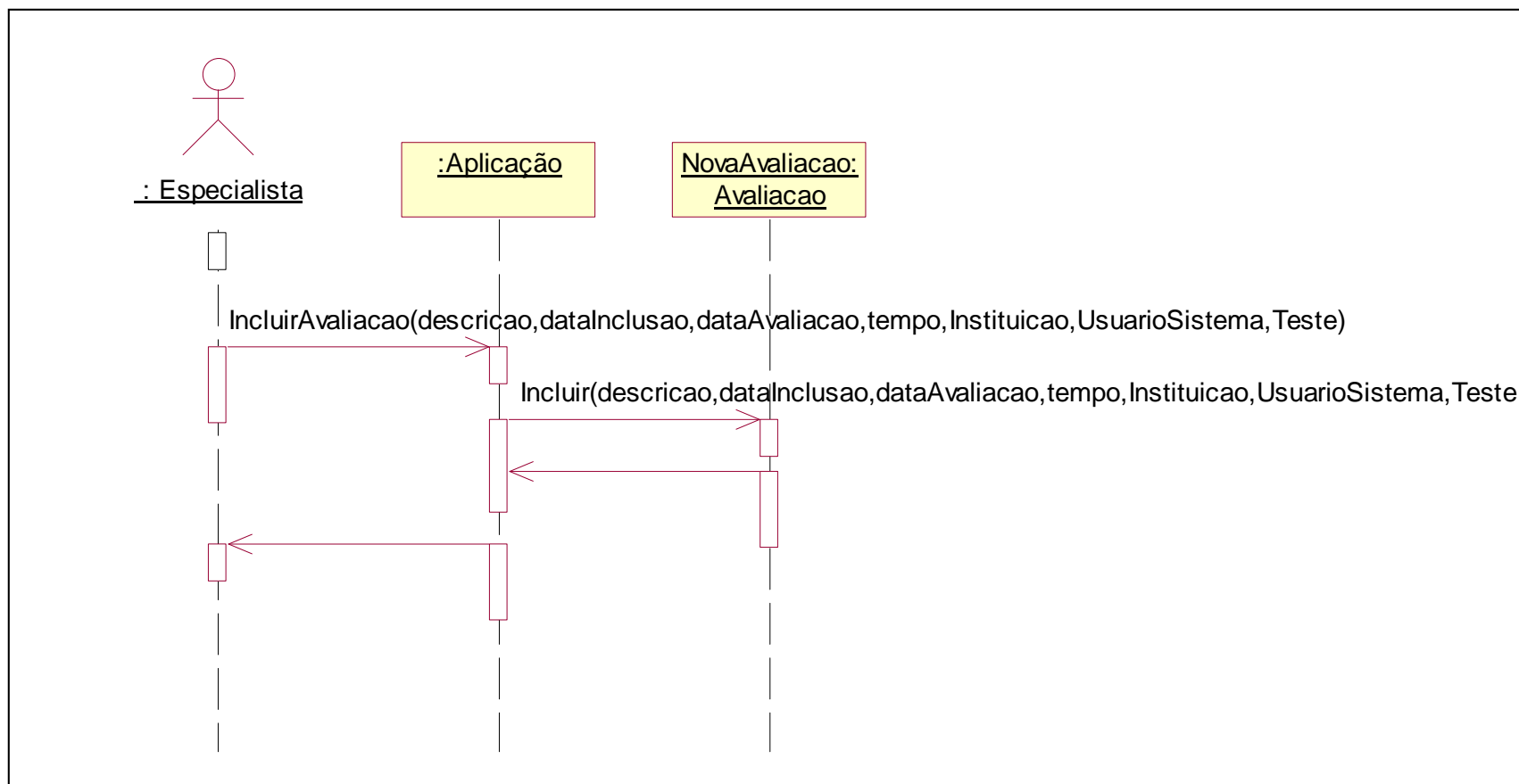


FIGURA 13 – Diagrama de Seqüência IncluirAvaliacao

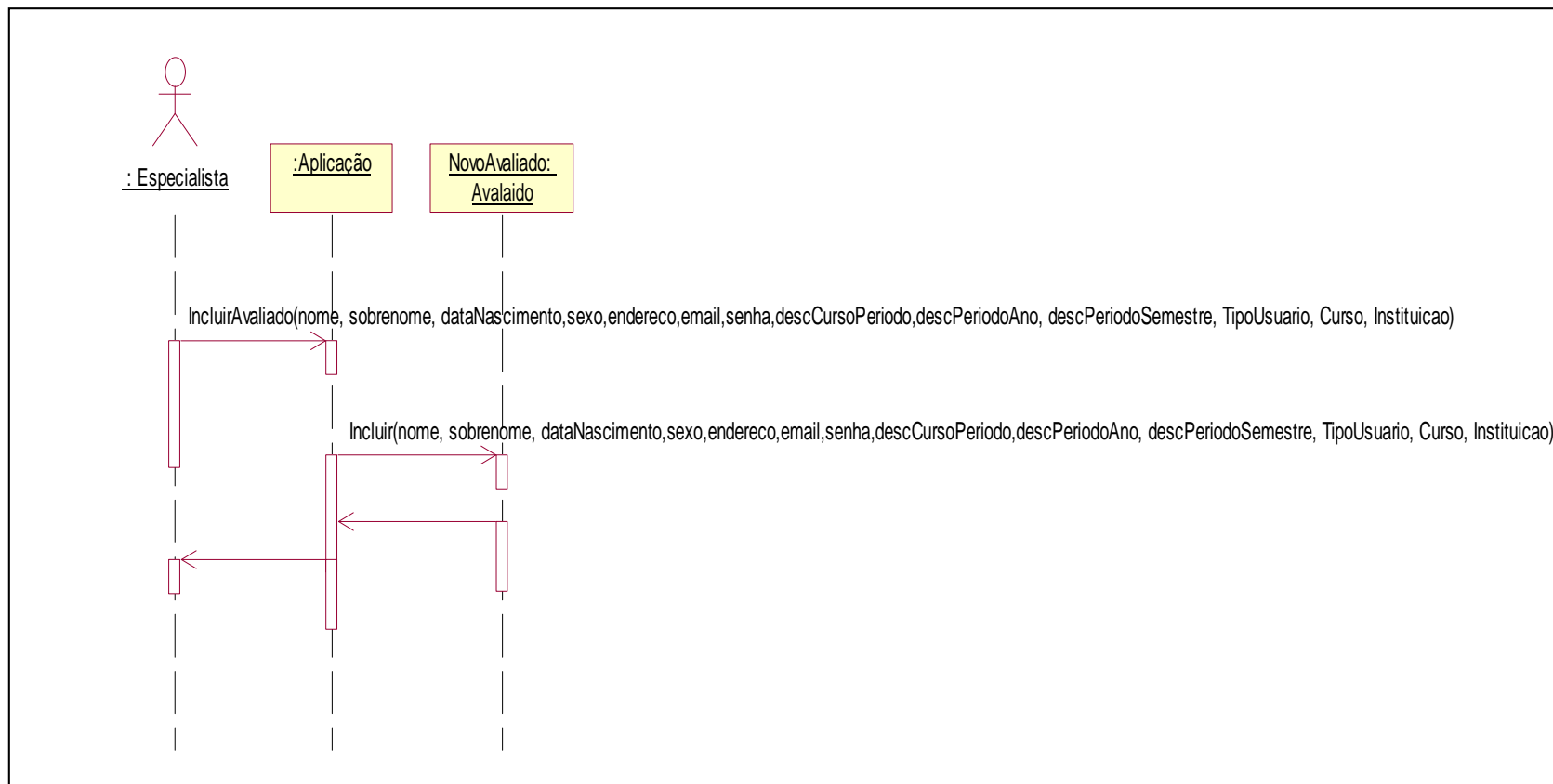


FIGURA 14 – Diagrama de Seqüência IncluirAvaliado

4.4.2 Diagrama de Estado

O Diagrama de Estado representa um comportamento que especifica as seqüências de estados pelos quais um objeto passa durante seu tempo de vida em resposta a estímulos que o atingem (BOOCH et al.,2000).

A Figura 15 representa o Diagrama de Estados da classe Questionário.

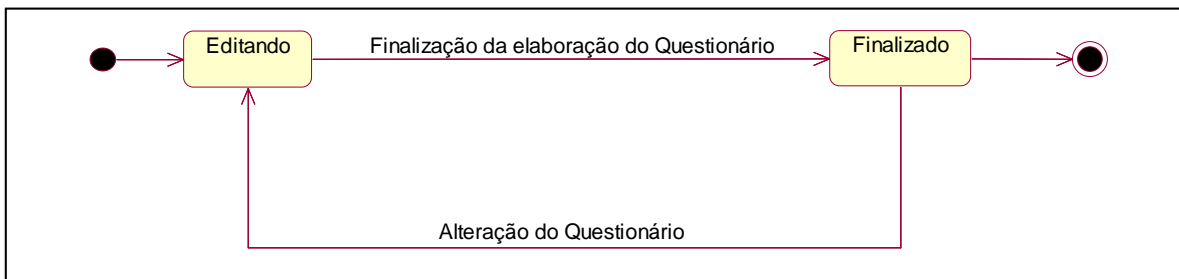


FIGURA 15 – Diagrama de Estados da classe Questionário

A fase de elaboração de um questionário é caracterizada pelo estado “Editando”. Durante essa etapa, o especialista tem o poder de adicionar novas perguntas (ou excluí-las), alterar a série, a descrição e o nome do especialista responsável. Após o preenchimento de todos os dados referentes ao questionário, o estado é alterado para “Finalizado”, estando assim, disponível para fazer parte de algum teste. Caso seja necessário, o especialista poderá editar um questionário que já foi finalizado alterando seu estado para “Editando”.

A Figura 16 representa o Diagrama de Estados da classe Teste.

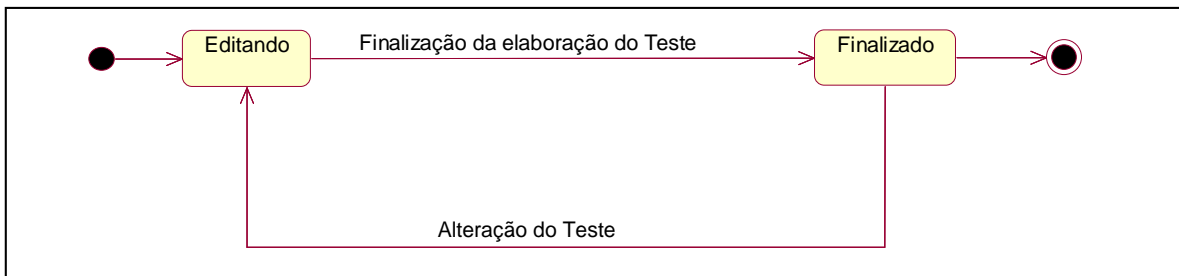


FIGURA 16 – Diagrama de Estados da classe Teste

Assim como acontece com os questionários, a elaboração de um teste é iniciada com o estado de “Editando”. Durante essa fase, o especialista poderá alterar o título e a descrição do teste, bem como os questionários referentes a ele. Após o término da composição do teste, o estado é alterado para “Finalizado”, estando assim, disponível para fazer parte de uma avaliação. Caso seja necessário, o especialista poderá editar um teste que já foi finalizado alterando seu estado para “Editando”.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi discutida a análise do sistema sob o paradigma de orientação a objetos, apresentando os casos de uso, a modelagem das classes e do comportamento, perfazendo assim, a modelagem estática e dinâmica de todo o Sistema Córtex.

5 PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Neste capítulo são descritos o projeto e a implementação do sistema especialista para avaliação das habilidades matemáticas em alunos da Ciência da Computação. Na seção 5.1 é apresentado seu projeto e na seção 5.2 sua implementação.

5.1 PROJETO DO SISTEMA

O projeto de um sistema é responsável por projetar os componentes de software que irão resolver o problema proposto de forma lógica e computacional (MAGELA,1998). O projeto do Sistema Córtex é composto do projeto de arquitetura, do projeto de interface Web, do projeto dos componentes orientados a objeto e do projeto do banco de dados.

5.1.1 Projeto de Arquitetura do Sistema Proposto

A arquitetura de software fornece a fronteira e as diretrizes que delineiam a estrutura do sistema bem como sua funcionalidade, desempenho, compressibilidade e os mecanismos utilizados no projeto. A arquitetura de um software deve indicar como um sistema irá funcionar em um ambiente operacional e fornecer os meios necessários para a definição dos componentes do software, das interações entre eles e dos padrões necessários para que todo esse ambiente coopere para produzir o software que está sendo projetado (MAGELA,1998).

O sistema proposto será disponibilizado para ser acessado na Internet e a Figura 17 ilustra seu projeto de arquitetura.

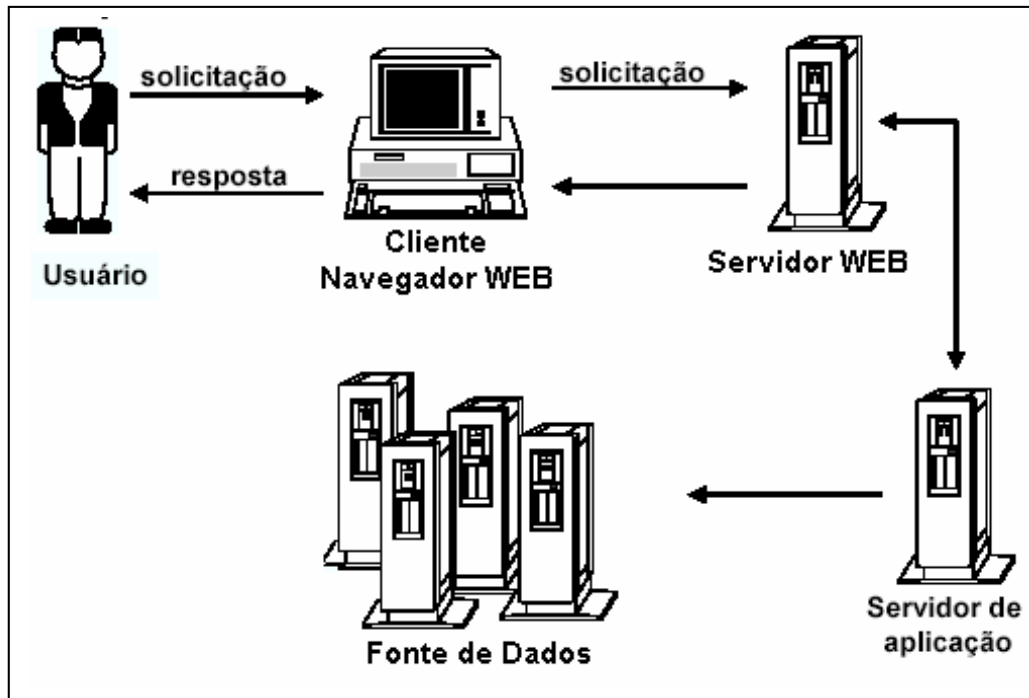


FIGURA 17 – Projeto de arquitetura do sistema proposto

O ambiente é constituído por máquinas servidoras que disponibilizam o sistema para acesso dos usuários. O servidor Web é responsável por publicar (servir) as páginas do sistema para toda a internet, enquanto que o servidor de aplicação armazena todas as regras de negócio implementadas. A fonte de dados é a camada representada pelo banco de dados, onde são depositadas todas as informações pertinentes ao sistema. Os usuários terão a flexibilidade de acessar o Sistema CórteX de qualquer lugar que desejarem, já que para isso será necessário apenas que a estação cliente contenha um navegador web (*browser*) instalado.

5.1.2 Projeto de Interface Web

De acordo com Pressman (2000), o projeto de interface para Web consiste no projeto de arquitetura das páginas e no projeto de navegação.

5.1.2.1 Projeto de Arquitetura da Aplicação Web

Toda arquitetura estrutural é vinculada aos objetos estabelecidos para uma aplicação Web, o conteúdo a ser apresentado, os usuários que irão visitar o site e a filosofia de

navegação que foi estabelecida. O projetista arquitetural pode escolher quatro estruturas diferentes quando está desenvolvendo um projeto de aplicação para Web típica (PRESMAN, 2000): estruturas lineares, estruturas hierárquicas, estrutura rede e estrutura *networked* ou puramente Web.

Uma estrutura *networked* ou puramente Web é similar em muitas maneiras com uma arquitetura que envolve sistemas orientados a objetos. Componentes arquiteturais (neste caso, páginas Web) são projetados para passar o controle via link de hipertexto para cada componente virtual do sistema. Esta aproximação/acesso permite considerável flexibilidade de navegação, mas, ao mesmo tempo, pode ser confundida pelo usuário (FILHO E PINTO, 2003).

A arquitetura global de uma aplicação Web pode ser hierárquica, mas parte da estrutura pode exibir características lineares, enquanto outras partes da arquitetura podem ser rede. O objetivo do projetista arquitetural é relacionar a estrutura da página Web ao conteúdo apresentado e à conduta a ser processada (FILHO E PINTO, 2003).

A Figura 18 apresenta o projeto de Arquitetura Web do sistema proposto.

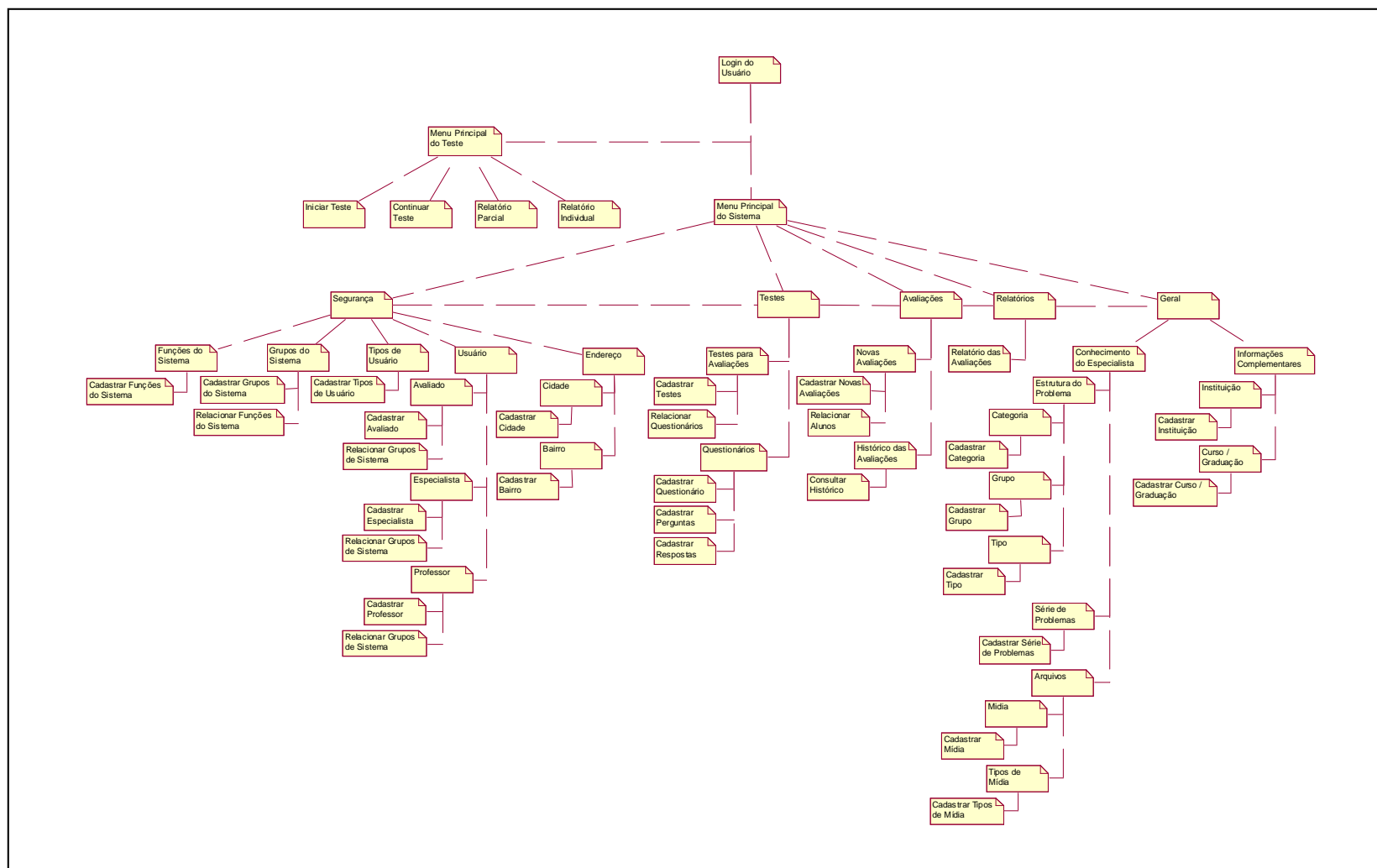


FIGURA 18 – Projeto de Arquitetura Web do sistema proposto

5.1.2.2 Projeto de Navegação

Segundo Pressman (2000), uma vez que o projeto de arquitetura para uma aplicação Web foi estabelecido e os componentes (páginas, scripts, planos e outras funções de processamento) da arquitetura foram identificados, o projetista deve definir o caminho de navegação que está disponível para o usuário acessar o conteúdo e os serviços da aplicação Web. Para isso, o projetista deve identificar as semânticas da navegação para diferentes usuários do site e definir os mecanismos (sintaxe) para o alcance da navegação.

Uma grande aplicação Web tem uma variedade de regras de usuário, que são as permissões de navegações de cada tipo de usuário, por exemplo, regras podem ser visitante, cliente registrado e usuário privilegiado. Cada uma dessas regras pode ser associada com diferentes níveis de acesso ao conteúdo e diferentes serviços. O visitante pode ter acesso a apenas um conteúdo limitado, enquanto um cliente registrado pode ter acesso a uma grande área de informações e serviços. A semântica de navegação para cada uma destas duas regras poderá ser diferente. O projetista de aplicação Web cria uma unidade semântica de navegação para cada objetivo associado com cada regra de usuário (PRESSMAN, 2000).

A seguir, as Figuras 19, 20, 21 e 22 apresentarão os projetos de navegação para cada perfil de usuário que irá interagir com o sistema: avaliado, professor, especialista e administrador.

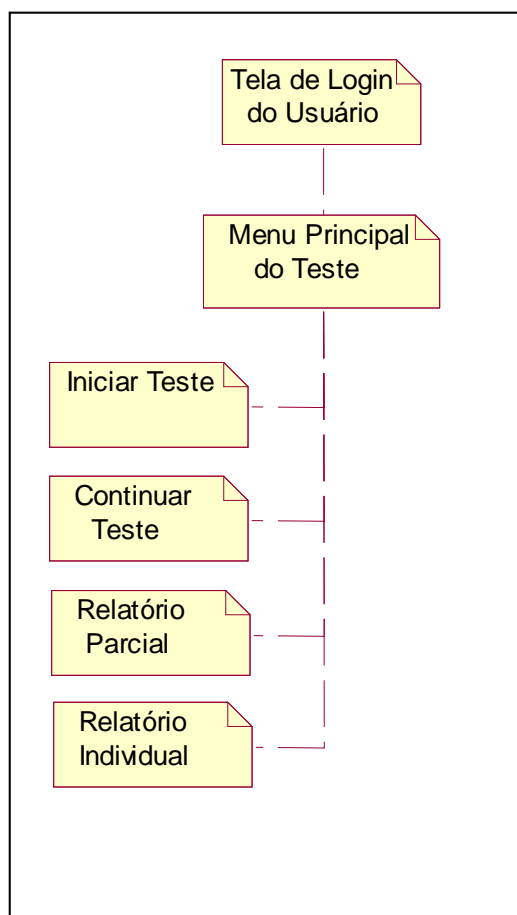


FIGURA 19 – Projeto Navegação do Avaliado

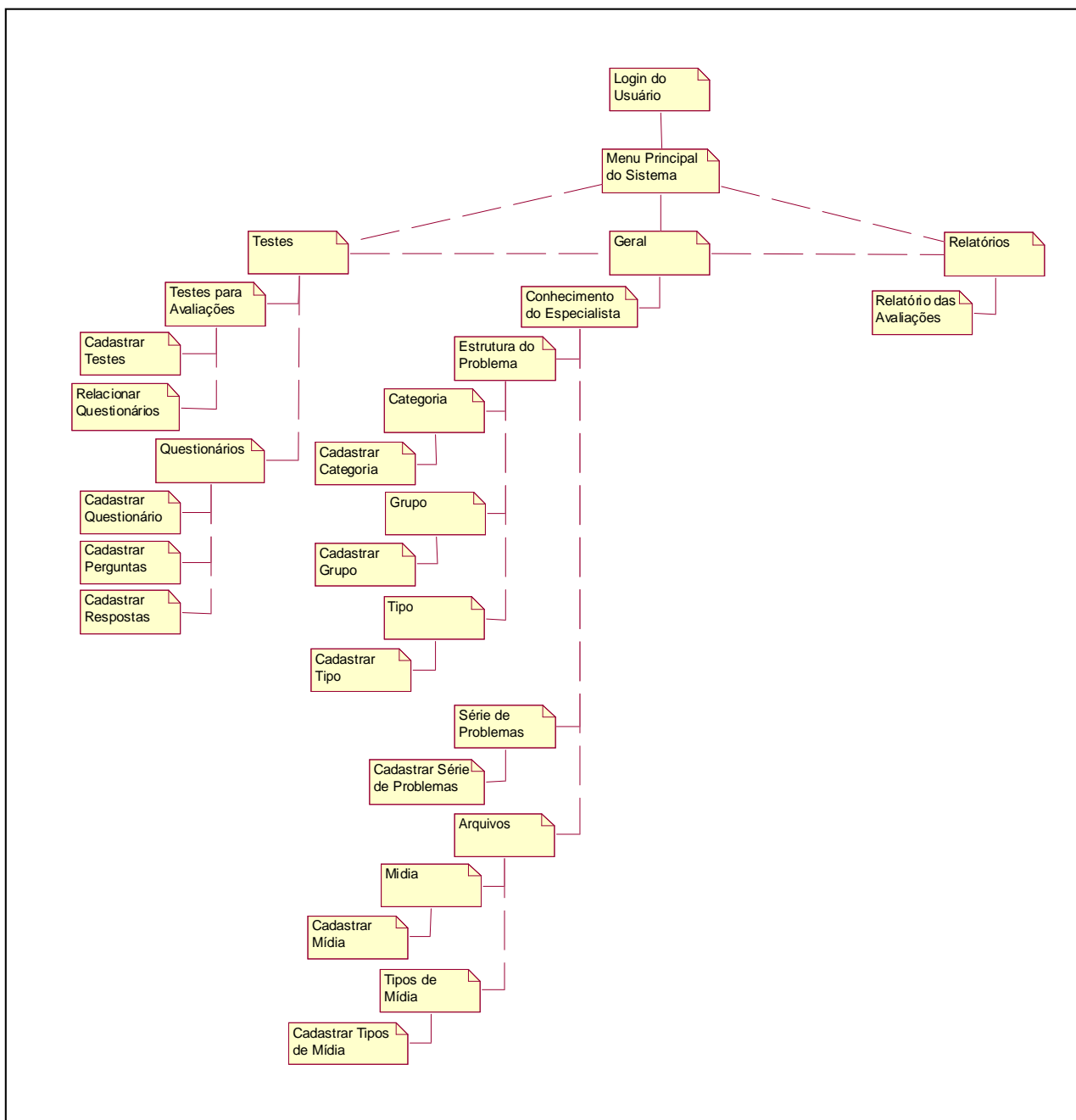


FIGURA 20 – Projeto de Navegação do Especialista

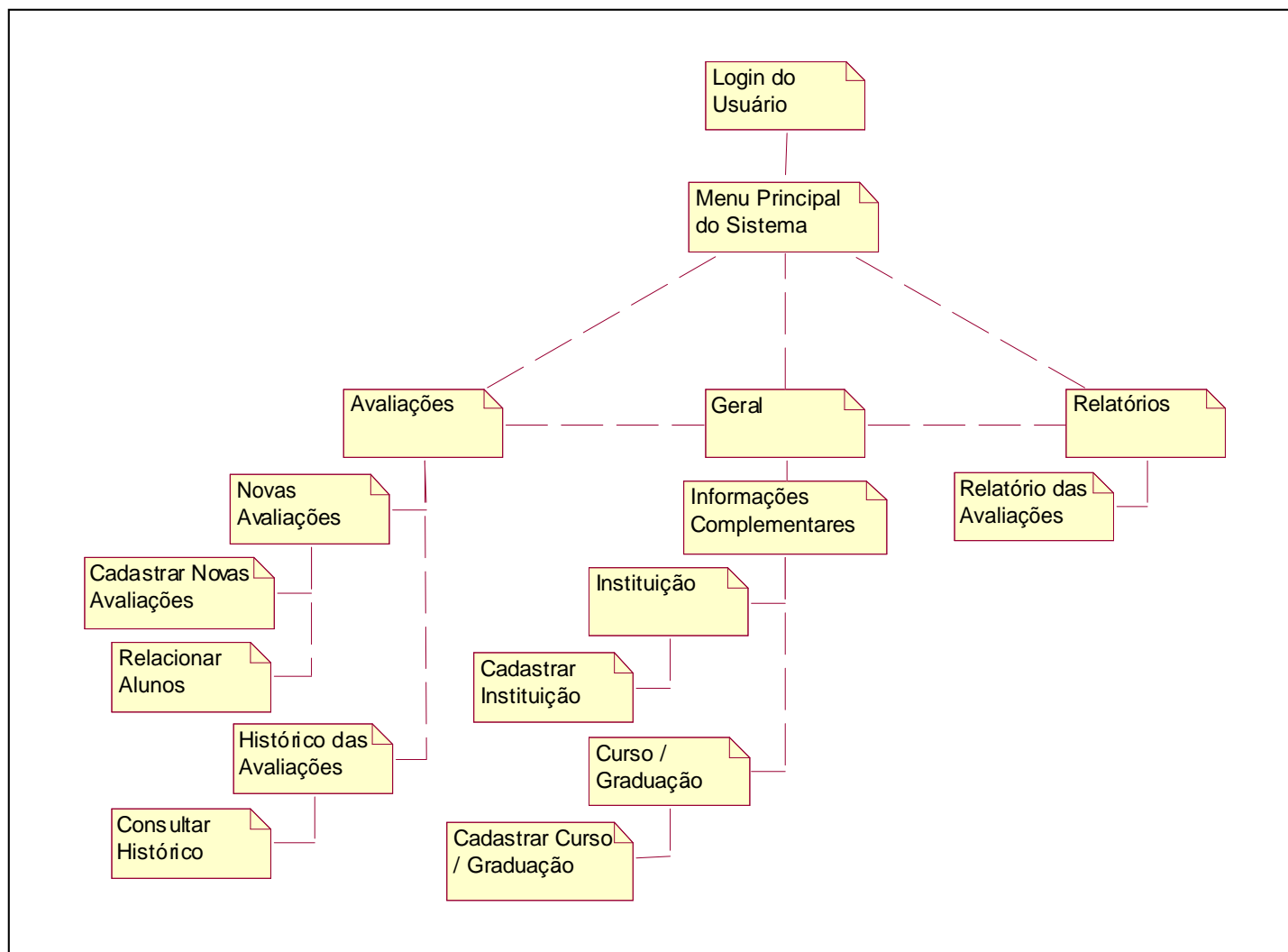


FIGURA 21 – Projeto de Navegação do Professor

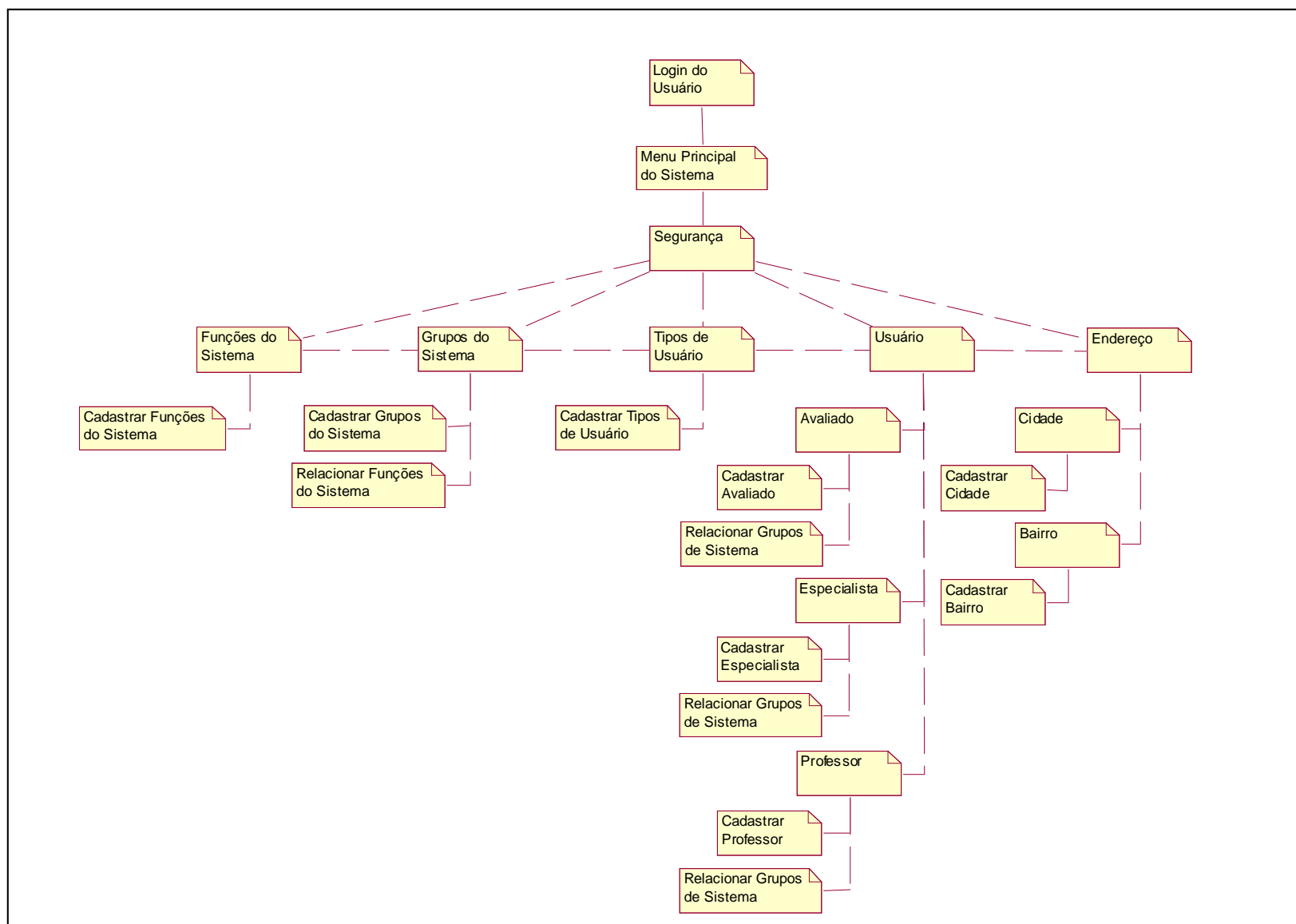


FIGURA 22 – Projeto de Navegação do Administrador

5.1.3 Projeto dos Componentes Orientado a Objetos

De modo geral, dois grandes passos do processo de projeto OO podem ser identificados (apesar dos diferentes métodos encontrados na literatura) (PRESSMAN, 2002):

- Projeto da arquitetura orientado a objetos do sistema: descreve cada um dos subsistemas de um modo passivo de implementação, e as comunicações entre eles;
- Projeto de objetos: descreve aspectos de implementação de cada uma das classes do sistema, incluindo o projeto procedural de cada operação, a definição de classes internas e o projeto de estrutura de dados para os atributos das classes.

5.1.3.1 Projeto de Arquitetura Orientado a Objetos

Uma boa arquitetura de software pode ser obtida através da aplicação de dois princípios fundamentais que são a produção de um software em camadas com níveis de aplicações definidas e a separação entre interface e implementação. Para isso, uma abordagem que tem se mostrado apropriada é organizar as classes em pacotes de modo a fornecer níveis de abstração para o modelo, que podem ser organizados em camadas e, assim, tratados separadamente (MAGELA, 1998).

Magela (1998) sugere a organização por esteriótipos (tipo de função que uma classe exerce no sistema): classe de negócio, de interface, de controle e de gerência de dados. Já Coad e Yourdon (1993) propõem que devem ser considerados 4 componentes básicos:

- **Componente do Domínio do Problema (CDP):** corresponde aos subsistemas responsáveis por implementar diretamente os requisitos dos usuários, sendo que o modelo de análise apóia esse componente;
- **Componente de Gerência de Tarefa (CGT):** corresponde aos subsistemas responsáveis por controlar, sincronizar, e/ou coordenar o comportamento dos demais componentes em suas tarefas;

- **Componente de Gerência de Dados (CGD):** corresponde aos subsistemas responsáveis pela persistência dos objetos;
- **Componente de Interação Humana (CIH):** corresponde os subsistemas que implementam as interações com o usuário;

Sendo assim, as classes do sistema proposto foram agrupadas em 4 pacotes, como mostra a Figura 23.

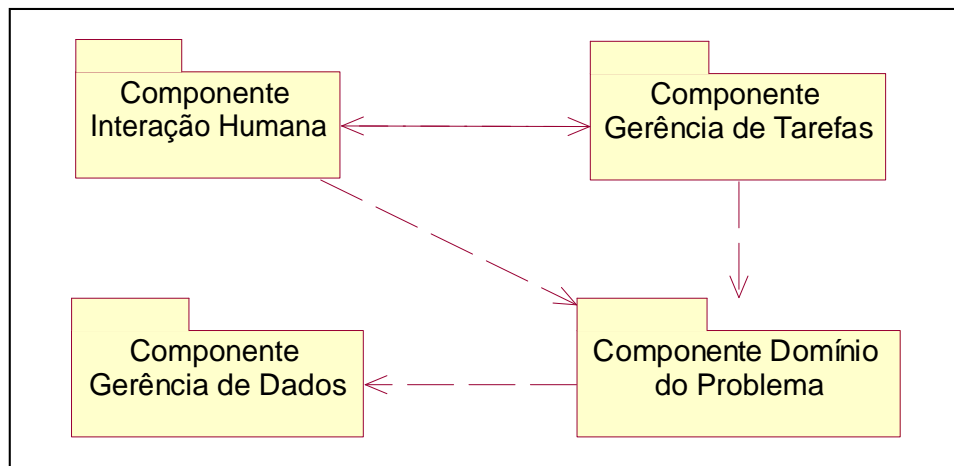


FIGURA 23 – Diagrama de Pacotes dos componentes da arquitetura OO

O Pacote CDP contém as classes referentes à Componente do Domínio do Problema do Sistema, como mostra a Figura 24.

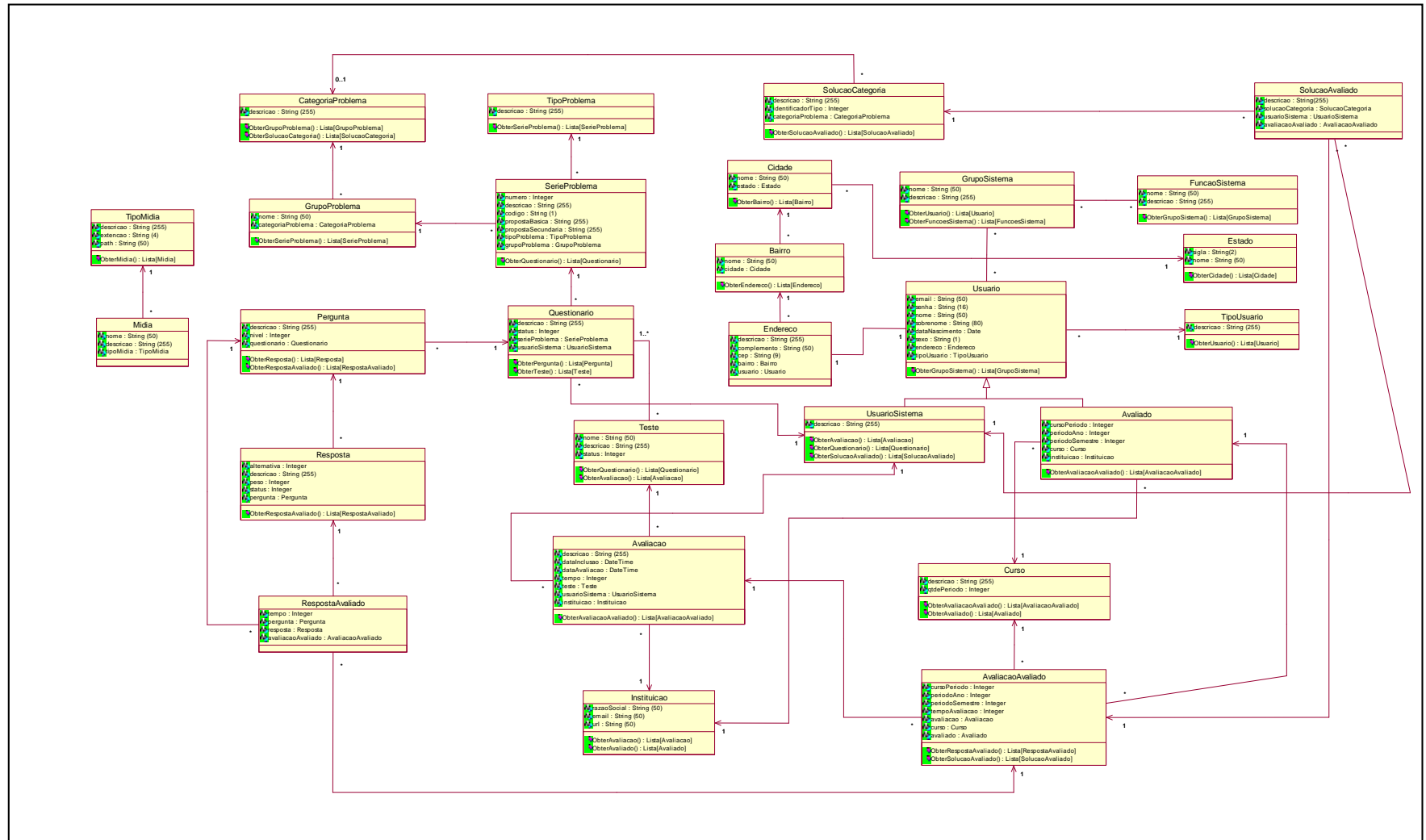


FIGURA 24 – Componente do Domínio do Problema

O Pacote CGT contém a classe Aplicação que corresponde ao conjunto dos casos de uso de nível mínimo do sistema. A Figura 25 ilustra seu funcionamento.

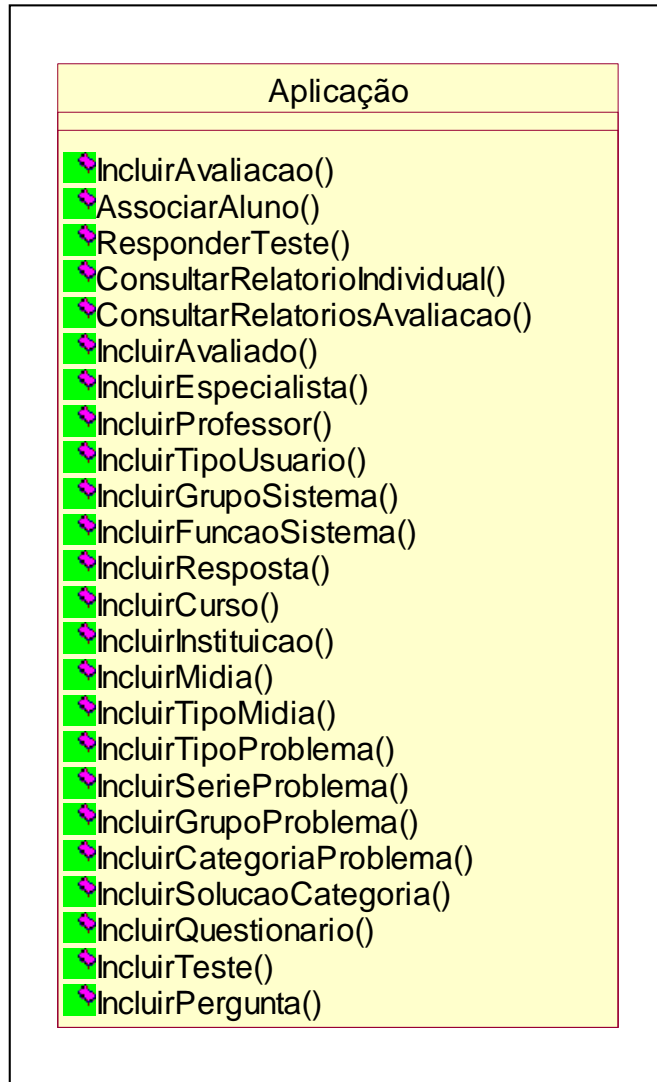


FIGURA 25 – Componente de Gerência de Tarefa

O Pacote CGD contém as classes de persistência dos objetos, conforme ilustrado na Figura 26. Todas as classes de persistência herdam os métodos e atributos da classe Database, que tem como principal função tratar a conexão com o SGBD.

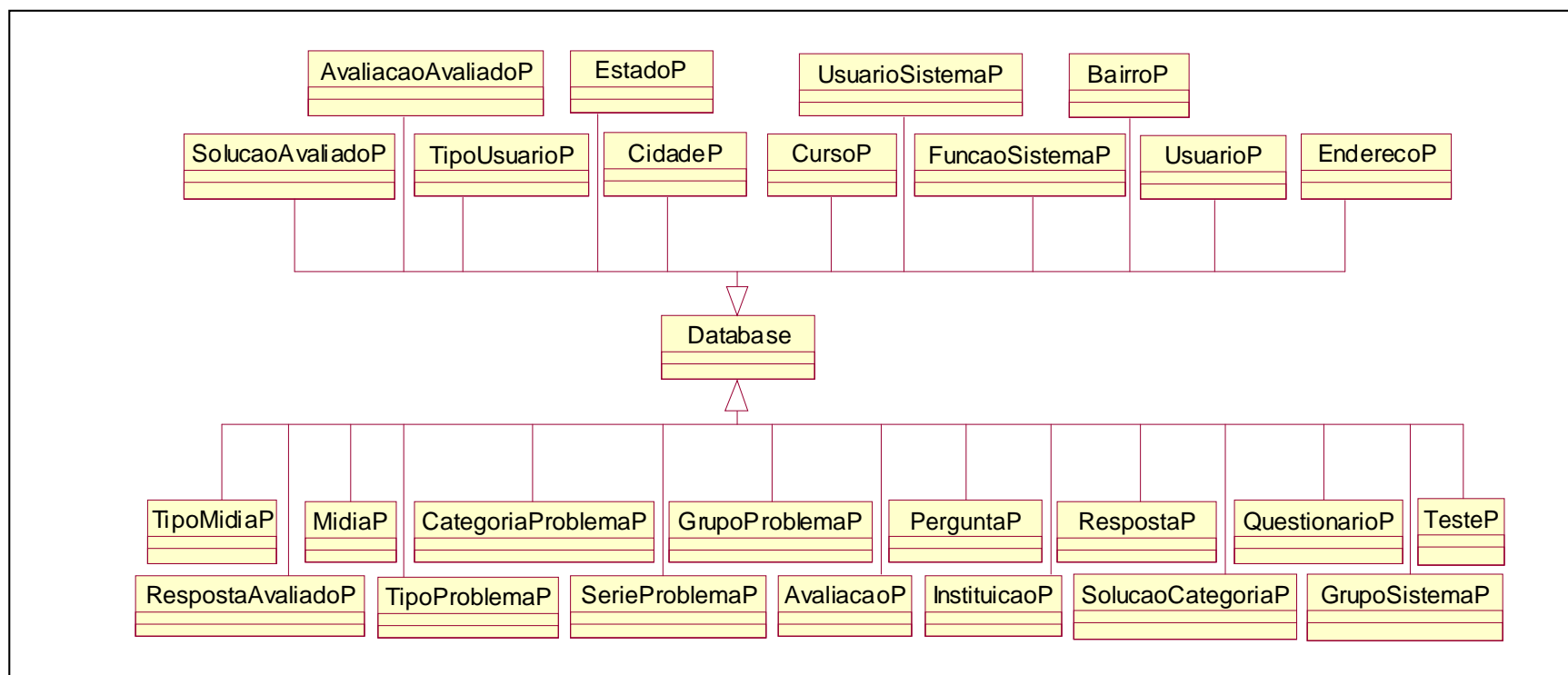


FIGURA 26 – Componente de Gerência de Dados

Uma vez que o sistema será desenvolvido utilizando a tecnologia PHP, a interface estará implícita nos arquivos .php, que serão traduzidos pelo PHP em tempo de execução. Portanto, não existe uma Componente de Interação Humana explícita, uma vez que ela é gerada apenas quando os arquivos php são compilados.

5.1.3.2 Projeto dos Objetos

Consiste no projeto dos atributos e no projeto dos métodos. O projeto dos atributos é apresentado na Figura 23 (seção 5.1.3.1 – Projeto de Arquitetura Orientado a Objeto) e o projeto dos métodos é apresentado no quadro a seguir.

Classe	Método	Descrição
TipoMidia	ObterMidia():Lista[Midia]	Responsável por obter as imagens exibidas nas perguntas.
GrupoProblema	ObterSerieProblema():Lista[SerieProblema]	Responsável por obter as séries de problema de cada grupo.
CategoriaProblema	ObterGrupoProblema(): Lista[GrupoProblema]	Responsável por obter os grupos de problema de cada categoria.
	ObterSolucaoCategoria(): Lista[SolucaoCategoria]	Responsável por obter as soluções de cada categoria.
TipoProblema	ObterSerieProblema():Lista[SerieProblema]	Responsável por obter as séries de problema de cada tipo.
SerieProblema	ObterQuestionario(): Lista[Questionario]	Responsável por obter os questionários de cada série.
Questionario	ObterPergunta():Lista[Pergunta]	Responsável por obter as perguntas de cada questionário.
	ObterTeste():Lista[Teste]	Responsável por obter os testes de cada questionário.
Pergunta	ObterResposta():Lista[Resposta]	Responsável por obter as respostas de cada pergunta.
	ObterRespostaAvaliado(): Lista[RespostaAvaliado]	Responsável por obter as respostas dadas pelos avaliados referentes as perguntas dos testes.
Resposta	ObterRespostaAvaliado():Lista[RespostaAvaliado]	Responsável por obter as respostas dadas pelos avaliados.
Teste	ObterQuestionario():Lista[Questionario]	Responsável por obter os questionários de cada teste.
	ObterAvaliacao():Lista[Avaliacao]	Responsável por obter as avaliações de cada teste.
Avaliacao	ObterAvaliacaoAvaliado():Lista[AvaliacaoAvaliado]	Responsável por obter os dados de avaliações efetuadas pelos avaliados.
Instituicao	ObterAvaliacao():Lista[Avaliacao]	Responsável por obter as avaliações de cada instituição.
	ObterAvaliado():Lista[Avaliado]	Responsável por obter os avaliados de cada instituição.
SolucaoCategoria	ObterSolucaoAvaliado():Lista[SolucaoAvaliado]	Responsável por obter as soluções dadas aos avaliados referentes a cada solução de categoria.
AvaliacaoAvaliado	ObterRespostaAvaliado():Lista[RespostaAvaliado]	Responsável por obter as respostas dos avaliados de cada avaliação efetuada.
	ObterSolucaoAvaliado():Lista[SolucaoAvaliado]	Responsável por obter as soluções dos avaliados de cada avaliação.
Curso	ObterAvaliacaoAvaliado():Lista[AvaliacaoAvaliado]	Responsável por obter as avaliações realizadas de cada curso.
	ObterAvaliado():Lista[Avaliado]	Responsável por obter os avaliados de cada curso.
Avaliado	ObterAvaliacaoAvaliado():Lista[AvaliacaoAvaliado]	Responsável por obter as avaliações de cada avaliado.
UsuarioSistema	ObterAvaliacao():Lista[Avaliacao]	Responsável por obter as avaliações aplicadas por cada usuário do sistema.
	ObterQuestionario(): Lista[Questionario]	Responsável por obter os questionários aplicados por cada usuário do sistema.
	ObterSolucaoAvaliado(): Lista[SolucaoAvaliado]	Responsável por obter as soluções dos avaliados fornecidas por cada usuário do sistema.
Usuario	ObterGrupoSistema():Lista[GrupoSistema]	Responsável por obter os grupos de sistemas de cada usuário.
GrupoSistema	ObterUsuario():Lista[Usuario]	Responsável por obter os usuários de cada grupo do sistema.
	ObterFuncaoSistema:Lista[FuncaoSistema]	Responsável por obter as funções do sistema de cada grupo .

continua...

Classe	Método	Descrição
TipoUsuario	ObterUsuario():Lista[Usuario]	Responsável por obter os usuários de cada tipo.
FuncaoSistema	ObterGrupoSistema():Lista[GrupoSistema]	Responsável por obter os grupos de sistema de cada função.
Bairro	ObterEndereco():Lista[Endereco]	Responsável por obter os endereços de cada bairro.
Cidade	ObterBairro():Lista[Bairro]	Responsável por obter os bairros de cada cidade.
Estado	ObterCidade():Lista[Cidade]	Responsável por obter as cidades de cada estado.

QUADRO 1 – Projeto de Métodos

5.1.4 Projeto de Banco de Dados

O sistema proposto foi desenvolvido no Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySql e o projeto do banco de dados foi criado utilizando-se do Modelo Relacional, conforme apresentado na Figura 27.

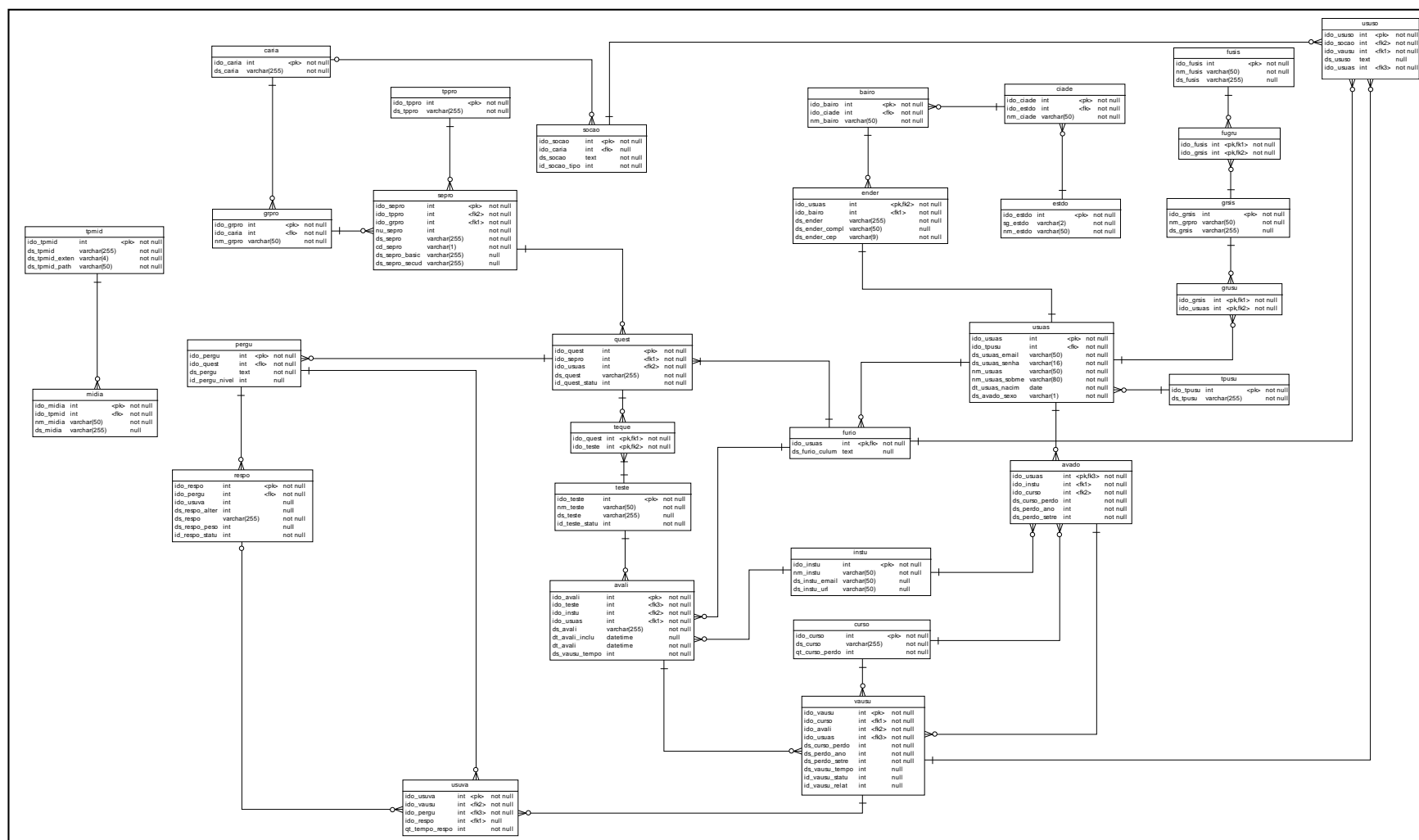


FIGURA 27 – Modelo Relacional do banco de dados do sistema proposto

DICIONÁRIO DE DADOS:

Nome Físico	Nome Conceitual
tpmid	Tipos de Midia
midia	Midias
caria	Categorias de Problema
grpo	Grupos de Problema
tppro	Tipos de Problema
sepro	Series de Problema
socao	Solucoes de Categoria
ususo	Solucoes do Avaliado
vausu	Avaliacoes do Avaliado
curso	Cursos
instu	Instituicoes
avado	Avaliados
furio	Usuarios do Sistema
usuas	Usuarios
tpusu	Tipos de Usuario
ender	Enderecos
bairro	Bairros
ciade	Cidades
estdo	Estados
grusu	Grupos Usuarios
grusis	Grupos Sistema
fugru	Funcoes Grupos
fusis	Funcoes Sistema
avali	Avaliacoes
teste	Testes
teque	Testes Questionarios
quest	Questionarios
pergu	Perguntas
respo	Respostas
usuva	Usuarios Avaliado

QUADRO 2 – Dicionário de Dados

5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA

Nesta seção são descritos os tópicos que envolvem a implementação do Sistema Córtex. Dessa forma, são apresentadas as tecnologias e linguagens utilizadas, as restrições de implementação, a instalação e funcionamento do sistema e a descrição das telas do mesmo.

5.2.1 Tecnologias e Linguagens Utilizadas

5.2.1.1 Hypertext PreProcessor

O Hypertext PreProcessor, PHP, é uma linguagem de programação que permite criar sites Web dinâmicos, possibilitando uma interação com o usuário através de formulários, parâmetros da URL e links. A diferença do PHP com relação a algumas linguagens que fazem uso do Javascript é que o código PHP é executado no servidor, sendo enviado para o cliente apenas HTML puro. Desta maneira é possível interagir com bancos de dados e aplicações existentes no servidor, com a vantagem de não expor o código fonte para o cliente. Isso pode ser útil quando o programa está lidando com senhas ou qualquer tipo de informação confidencial (ALVAREZ, 2005).

Além de dar suporte a multiplataformas e de ser distribuído sobre a Licença Pública Geral (GPL - *General Public License*), as aplicações em PHP são geradas com excelente performance e automaticamente pelo servidor conforme está ilustrado na Figura 28 (ALVAREZ, 2005).



FIGURA 28 – Funcionamento das aplicações do PHP

Além das já citadas, inúmeras outras vantagens podem ser mencionadas para o desenvolvimento de páginas em PHP (ALVAREZ, 2005).

- **Uma linguagem de script fácil de usar:** o código PHP é significativamente mais fácil de manter e atualizar do que os códigos Perl e ASP.
- **Compatibilidade de plataformas cruzadas:** a inscrição PHP funciona em qualquer servidor de internet existente, incluindo Apache, Microsoft e Netscape independentemente do sistema operacional.
- **Suporte a banco de dados:** suporte a um grande número de banco de dados comerciais e não-comerciais, incluindo Informix, servidor Microsoft SQL, mSQL, MySQL, ODBC, Oracle e Sybase.
- **Popularidade em sites de alta-visualização:** devido a alta performance, o PHP pode ser usado em aplicativos de missão crítica.

- **Open source:** os *bugs* são reparados e novas características são adicionadas para satisfazer a demanda do mercado.
- **Open API:** o PHP permite a adição de módulos facilmente programáveis, estendendo a linguagem para seus usos pessoais.

5.2.1.2 Banco de Dados MySql

O MySql é um sistema gerenciador de banco de dados extremamente rápido e versátil. Utiliza a linguagem Sql para manipulação de dados, facilitando assim, a gravação, exclusão, alteração e recuperação de informações em um Web site com agilidade e segurança. Além de dar suporte a múltiplos processadores, o MySql também contém um sofisticado sistema de senhas criptografadas, flexível e seguro, que aumenta ainda mais a sua segurança. As conexões com o banco podem ser feitas através de TCP/IP ou ODBC que é um *driver* desenvolvido pela Microsoft para permitir que aplicações for Windows tenham acesso a múltiplos dados através de um método simples sem considerar os diversos formatos dos arquivos de dados (DUBOIS, 2005).

As principais características do MySql segundo Dubois (2005) são :

- Portabilidade ;
- Testado com um amplo faixa de compiladores diferentes;
- Suporte total a multi-threads usando threads diretamente no kernel. Isto significa que se pode facilmente usar múltiplas CPUs, se disponível;
- Fornece mecanismos de armazenamento transacional e não transacional;
- Sistema de alocação de memória muito rápido e baseado em processo (*thread*);
- Joins muito rápidas usando uma multi-join de leitura única otimizada;
- Funções SQL são implementadas por meio de uma biblioteca de classes altamente otimizada e com o máximo de performance.

5.2.1.3 Biblioteca JpGraph

A JpGraph é uma biblioteca gráfica orientada a objetos desenvolvida em PHP para versões superiores ou igual a 4.3.1. A infinidade de recursos para criar e manipular imagens possibilita a geração de desenhos vetoriais, *thumbnails*, modificação de imagens prontas, dentre outros. Com a JpGraph, é possível gerar gráficos complexos facilmente e com um código mínimo, proporcionando assim mais rapidez e diversidade nas imagens apresentadas nesse trabalho.

5.2.1.4 Servidor Web Apache

O Apache é um servidor web que tem como finalidade publicar (servir) páginas para toda a internet. Atualmente é o servidor mais utilizado em todo o mundo abrangendo cerca de 60% das páginas web servidas no mundo virtual. Além de ter o código aberto e de ser gratuito, o Apache apresenta mais algumas vantagens:

- É potente, flexível e compatível com o servidor de web HTTP/1.1;
- Implementa os mais recentes protocolos, incluindo HTTP/1.1 ;
- É altamente configurável e extensível a módulos de terceiros;
- Pode ser customizado através de "módulos" escritos usando a API do Apache;
- É compatível com Windows NT/9x, *Netware* 5.x e superiores, OS/2, e a maioria das versões de UNIX, e com diversos outros sistemas operacionais;
- Está sendo ativamente desenvolvido;
- Encoraja usuários a fornecer *feedback* através de novas idéias, a divulgar erros e a implementar *patches* de correções.

5.2.2 Restrições de Implementação

Durante o período de pesquisas e desenvolvimento do Sistema Córtex foram encontradas algumas limitações para seu funcionamento.

Apesar dos ganhos que a IA proporcionaria se fossem desenvolvidas a Base de Conhecimento e a Máquina de Inferência de forma independente do programa principal, devido à complexidade de construção, optou-se por uma estrutura mais simplificada da estruturação das regras. Como o foco desse trabalho é desenvolvimento de um sistema especialista para avaliação das habilidades matemáticas, essa preocupação com as regras ficou para um estudo futuro. Nesse desenvolvimento, as regras foram estruturadas em *IF's / Then / Else* no corpo do próprio programa principal. A dificuldade encontrada aqui será a inclusão de novas regras, ou seja, a cada vez que uma nova regra for necessária, o corpo do programa será alterado e recompilado.

Devido ao tempo disponível para a conclusão do trabalho, o sistema foi implementado de forma que apenas pessoas habilitadas ou que saibam trabalhar com a teoria de Krutetskii (1976) possam usufruir de todas as funcionalidades disponíveis. Essa restrição é salientada no cadastro dos questionários que formarão os testes, onde é necessário preencher variáveis que estão presentes somente na teoria desse psicólogo

Para um estudo futuro, será proposto a adaptação desse sistema com objetivo de ampliar estudos do pensamento matemático mais genéricos, permitindo assim, que qualquer especialista faça uso dessa ferramenta, ou até que sabe, permitir que leigos, como professores de matemática, possam ser beneficiados.

5.2.3 Instalação e Funcionamento do Sistema

Para o bom funcionamento desse protótipo, foi desenvolvida uma arquitetura Web que proporcionasse melhor desempenho e menor tempo de resposta aos usuários. Para que isso fosse possível, decidiu-se separar cada componente envolvido no sistema em uma máquina servidora, obtendo assim, servidores dedicados a desenvolver uma única tarefa com o máximo de performance.

Para o funcionamento desse sistema é necessário:

- 1) A instalação de um Servidor Web Apache v1.3.33 para publicação das páginas do sistema para toda a internet. O *download* do software pode ser efetuado no site oficial <http://www.apache.org/>.
- 2) A instalação do PHP v4.3.11 no Servidor de Aplicação para implementação e codificação das regras de negócio do sistema. Para a geração de gráficos, foi utilizada a biblioteca gráfica JpGraph . Por serem gratuitos, tanto o PHP quanto a JpGraph estão disponíveis para *download* nos sites oficiais <http://www.php.net/> e <http://www.aditus.nu/jpgraph/>, respectivamente.
- 3) A instalação do MySQL v4.0.24 no Servidor de Fonte de Dados para armazenamento das informações pertinentes ao sistema. O *download* do SGBD está disponível no site oficial <http://mysql.org> .

5.2.4 Protótipo da Ferramenta

Nesta seção serão apresentadas as páginas do Sistema Especialista Córtex para Avaliação das Habilidades Matemáticas.

A página inicial, mostrada na Figura 29, é a primeira página do sistema Córtex onde o usuário deverá entrar com um *login* e uma senha individual para que seja identificado o seu perfil de acesso ao sistema e liberado os módulos associados a ele.

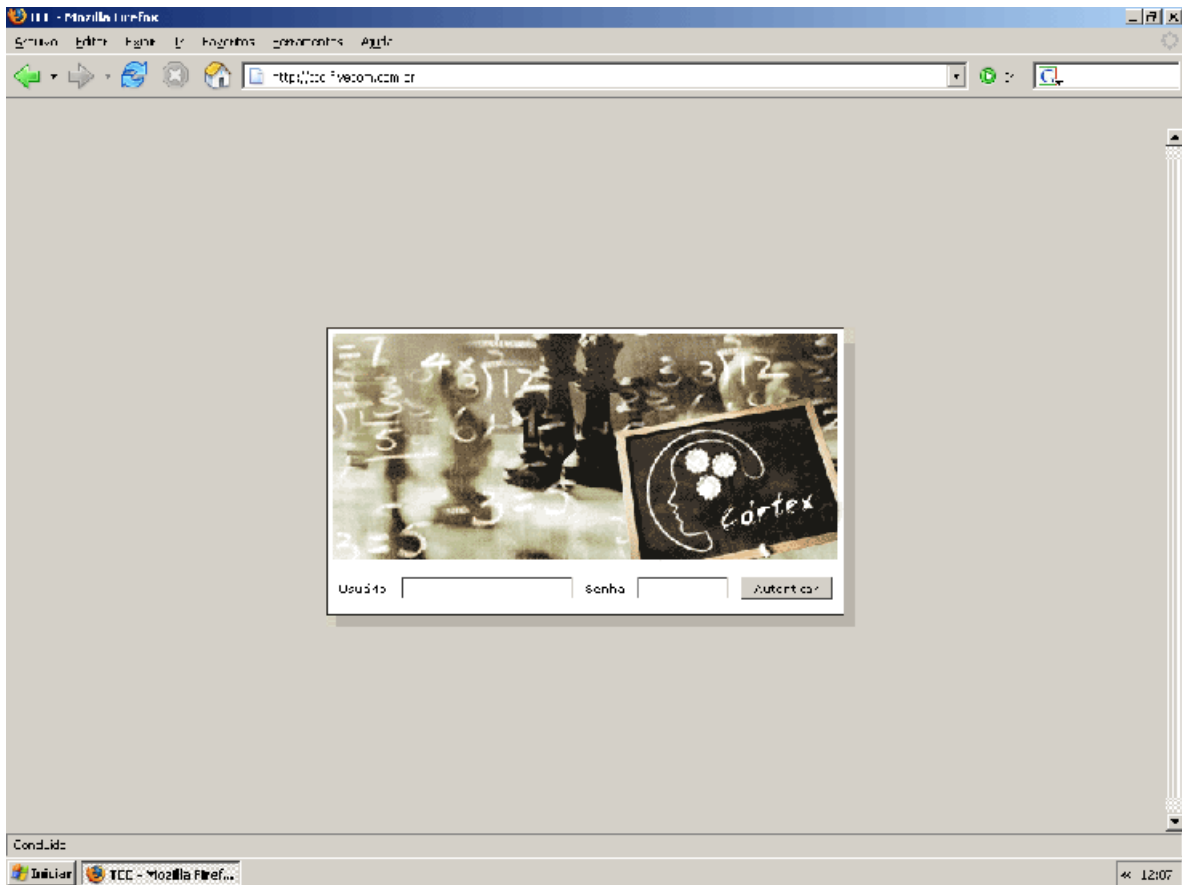


FIGURA 29 – Página de Login do Sistema Córtex

Se o usuário identificado no acesso ao sistema for um avaliado, será apresentada a página de avaliação, mostrada na Figura 30, onde o usuário terá acesso aos seus dados cadastrados no sistema, podendo alterá-los se necessário, às novas avaliações que deverá fazer, contendo o título e a data, às avaliações incompletas e aos relatórios parcial e individual das avaliações feitas anteriormente.

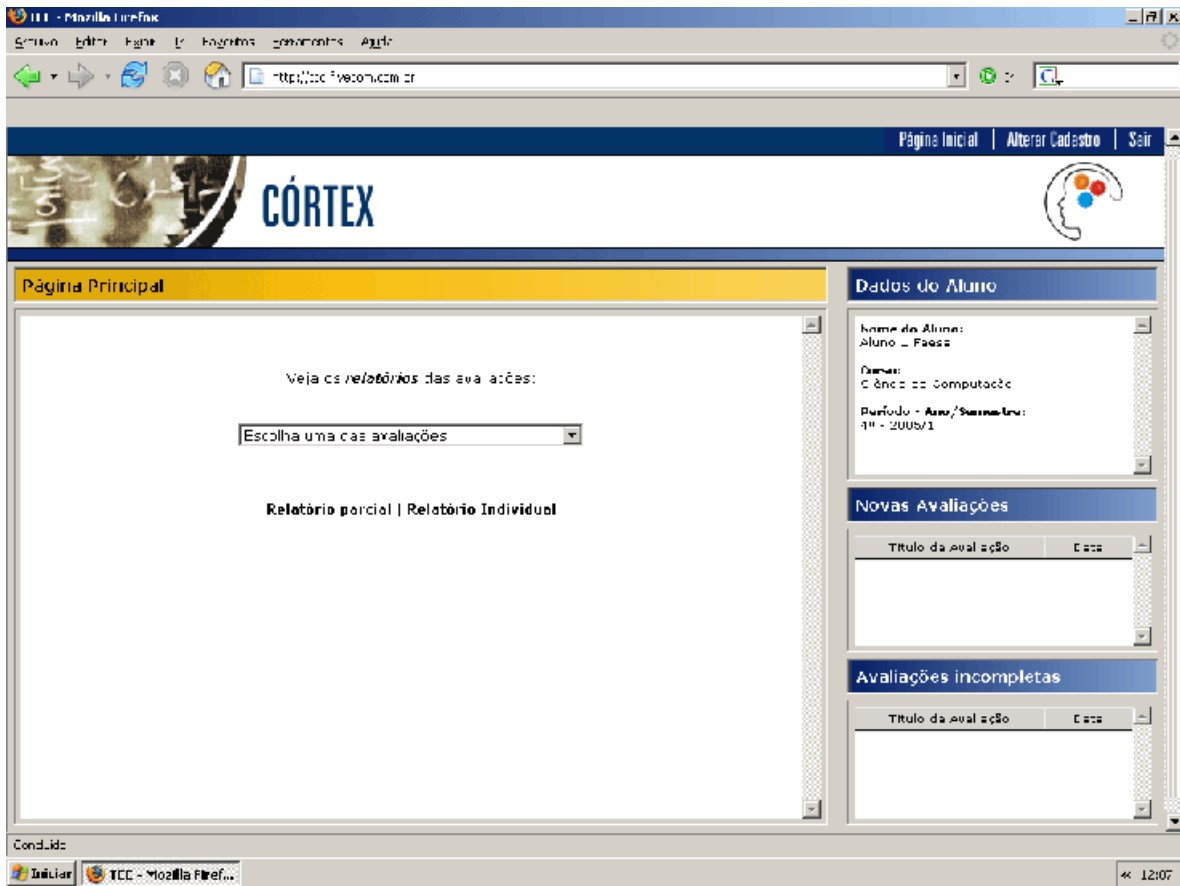


FIGURA 30 – Página Principal de Avaliação

Caso tenha uma avaliação marcada para ser feita no dia em que o avaliado acesse o sistema, será apresentada uma página contendo o título da avaliação, o número de perguntas, o tempo da avaliação e a opção para iniciar a avaliação, como mostrado na Figura 31.

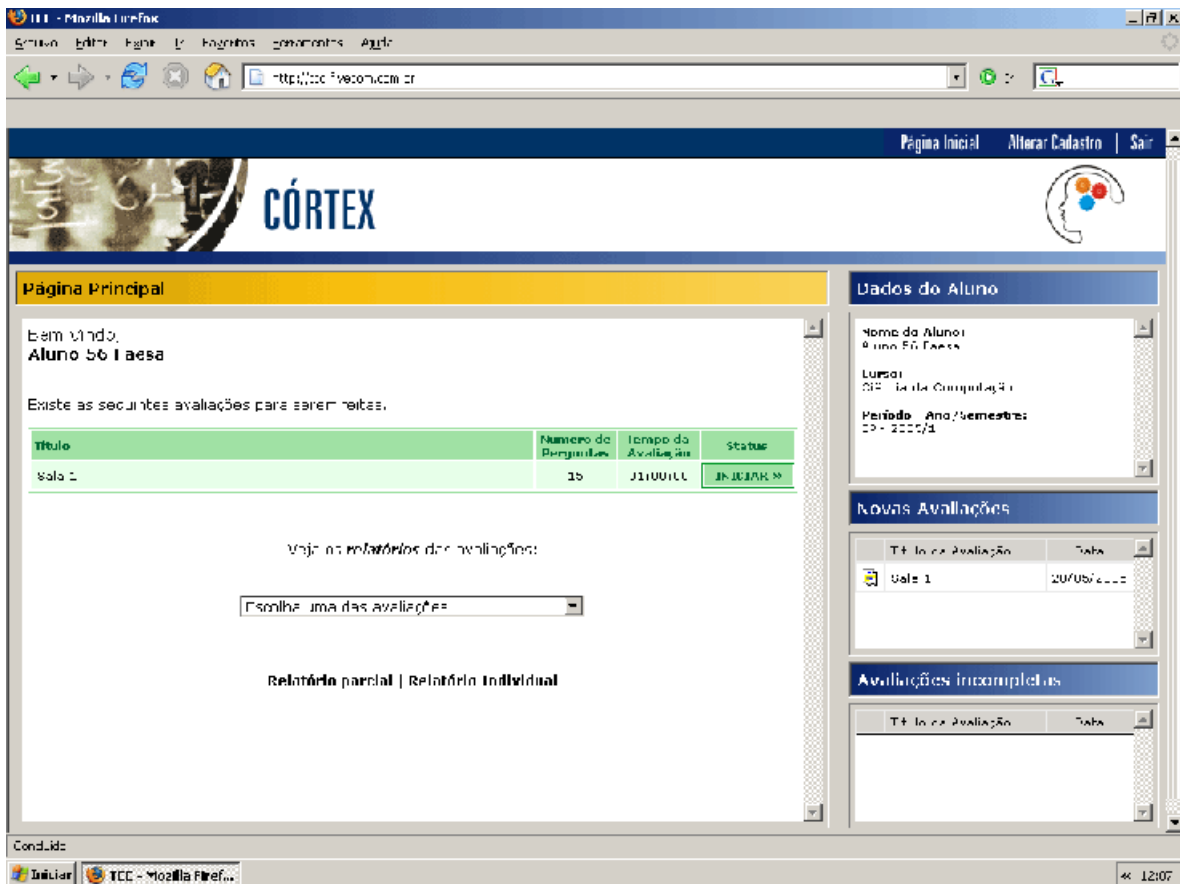


FIGURA 31 – Página de Início da Avaliação

Caso o avaliado tenha iniciado uma avaliação e não tenha terminado, o sistema apresentará uma página contendo o título da avaliação incompleta, o tempo da avaliação, o tempo utilizado e a opção de continuar a avaliação, como mostrado na Figura 32.

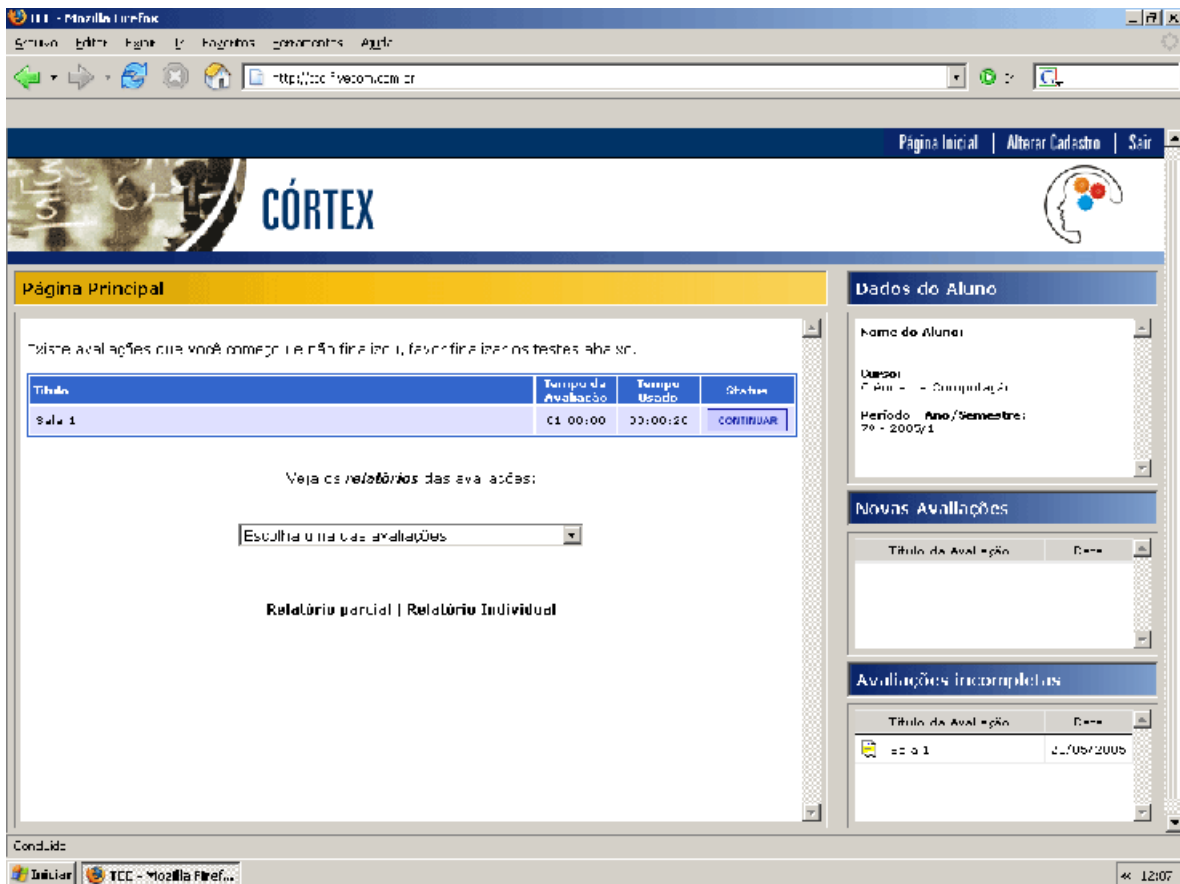


FIGURA 32 – Página de Continuação da Avaliação

Ao iniciar ou continuar uma avaliação, o sistema apresentará para o avaliado páginas contendo a pergunta, as opções de resposta, a opção responder, o tempo utilizado na questão e o tempo utilizado na avaliação, como mostrado na Figura 33.

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'http://www.fvz.com.br'. The page header includes the 'CÓRTEX' logo and navigation links: 'Página Inicial', 'Alterar Cadastro', and 'Sair'. The main content area is divided into two columns. The left column, titled 'Dados da Avaliação', contains a question: 'Numa árvore pousam pássaros. Se pousarem 2 pássaros em cada galho, fica um galho sem pássaros. Se pousar um pássaro em cada galho, fica um pássaro em cada galho. O número dos pássaros é:'. Below the question are five radio button options: a) 2, b) 3, c) 4, d) 5, and e) 6. A green 'RESPONDER' button is located at the bottom right of the question area. The right column contains two timers: 'Tempo da Avaliação' showing '00:02:10' and 'Tempo da Pergunta' showing '00:00:30'. The browser's status bar at the bottom shows 'Concluído' and the system clock '12:07'.

FIGURA 33 – Página de Perguntas da Avaliação

No final de cada avaliação, apresenta-se ao avaliado um relatório parcial contendo todas as perguntas feitas na avaliação e as respostas dadas por ele, indicando se o mesmo acertou ou errou, e caso tenha errado, o sistema apresenta a resposta certa, como mostrado na Figura 34. Nenhuma informação adicional é dada ao aluno, uma vez que cabe ao professor/especialista analisar o resultado obtido para partir deste, inferi adequadamente sobre a habilidade do aluno (LA TAILLE, 1990).



FIGURA 34 – Página de Relatório Parcial

O avaliado terá acesso ao relatório parcial, como mostrado na Figura 34 e individual, como na Figura 35, que será disponibilizado pelo professor após a análise da avaliação. O relatório individual conterá gráficos mostrando o desempenho do aluno perante aos demais avaliados do mesmo período, e um texto, cadastrado pelo professor, contendo alguma mensagem que tanto pode ser um simples comentário, quanto um direcionamento de estudo visando desenvolver a habilidade matemática naquele(s) determinado(s) componente(s), ou ainda, poderá ser sugerido um novo teste que auxilie o aluno a superar sua limitação naquele componente.

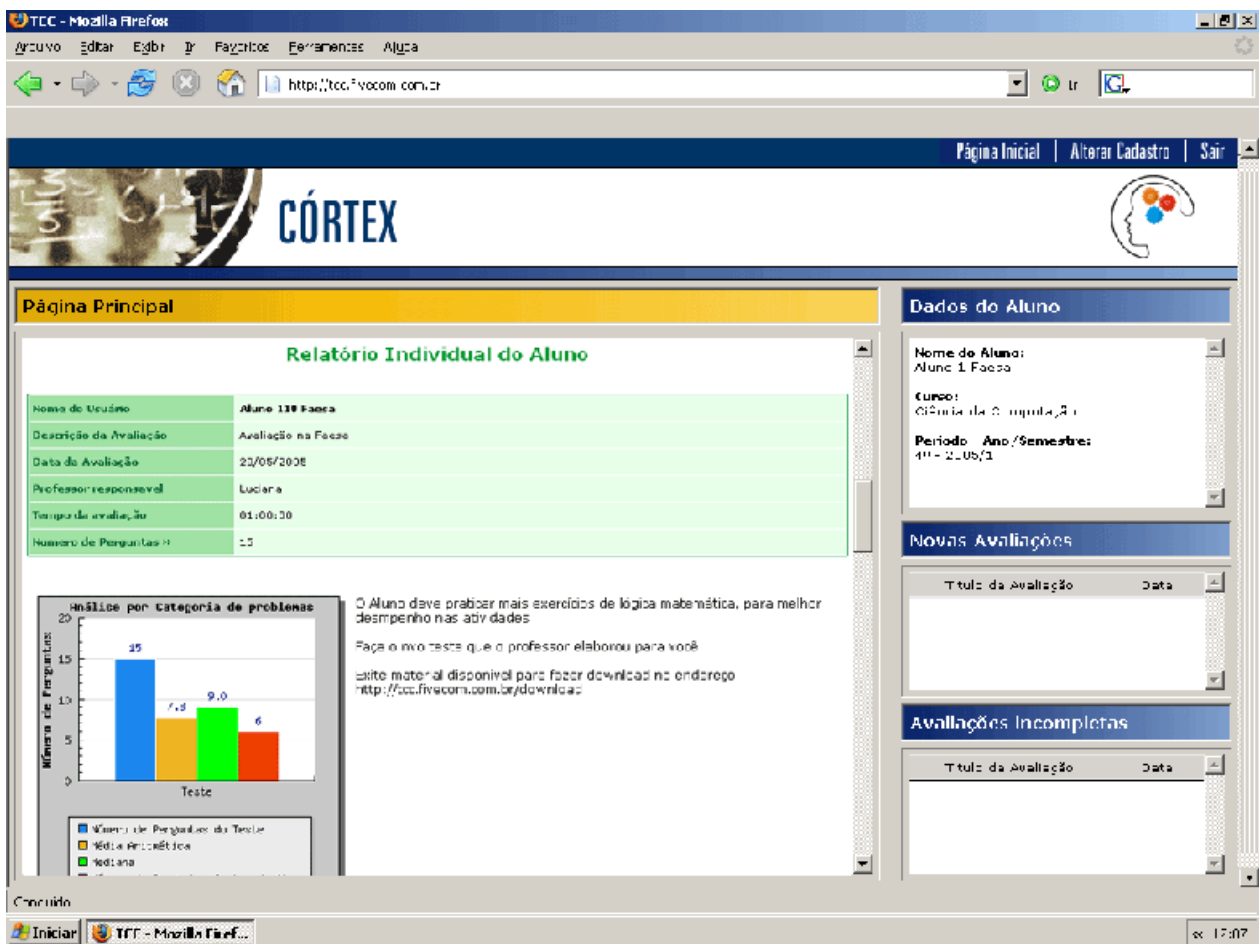


FIGURA 35 – Página do Relatório Individual

Caso o avaliado selecione a opção de alterar cadastro, será apresentada uma página contendo os dados do avaliado cadastrado no sistema autorizando sua alteração. Essa rotina está representada na Figura 36.

TCC - Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Ir Favoritos Ferramentas Ajuda

http://tcc.yvocom.com.br

Página Inicial | Alterar Cadastro | Sair

CÓRTEX

Alterar Cadastro

Dados para Alterar o cadastro do usuário

Nome	Fulano
Sobrenome	de Tal
E-mail	fulanodetal@gmail.com
Sexo	<input checked="" type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Feminino
Data de Nascimento	11/11/41 dd/mm/aaaa
Rua/Av	Ta
Complemento	Ta
C.P.	29000-000 00000-000
Bairro	Praia da Costa
Cidade	Vila Velha
Estado	Acre
Instituição	FEPSA

Dados do Aluno

Nome do Aluno: Aluno 1 Fofofo

Curso: Ciência da Computação

Período: Ano/Semestre: 4º - 2º/05/1

Novas Avaliações

Título da Avaliação	Data

Avaliações Incompletas

Título da Avaliação	Data

Concluído

Iniciar TCC - Mozilla Firefox

17:07

FIGURA 36 – Página de Alteração de Cadastro

Se o usuário identificado no acesso ao sistema for um administrador, será apresentada a página principal, conforme mostrada na Figura 37. No sistema, o administrador terá acesso somente ao módulo de Segurança, podendo cadastrar as funções do sistema, os grupos do sistema, os tipos de usuário, os usuários e dar acesso aos mesmos.

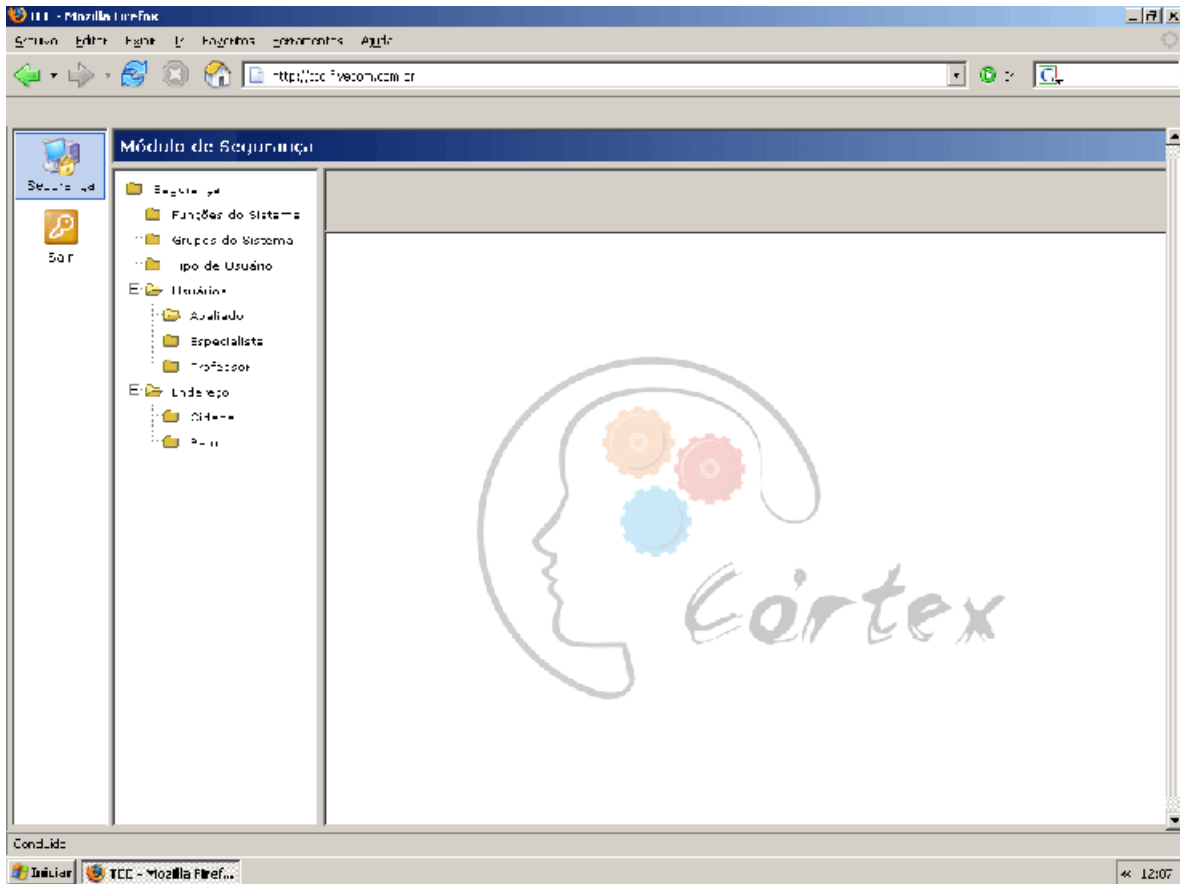


FIGURA 37 – Página Principal do Administrador

A página mostrada na Figura 38 é a página de Funções do Sistema onde o administrador irá cadastrar todas as funções do sistema. Para efetuar esse cadastro o administrador deve informar o nome da função do sistema e uma descrição.

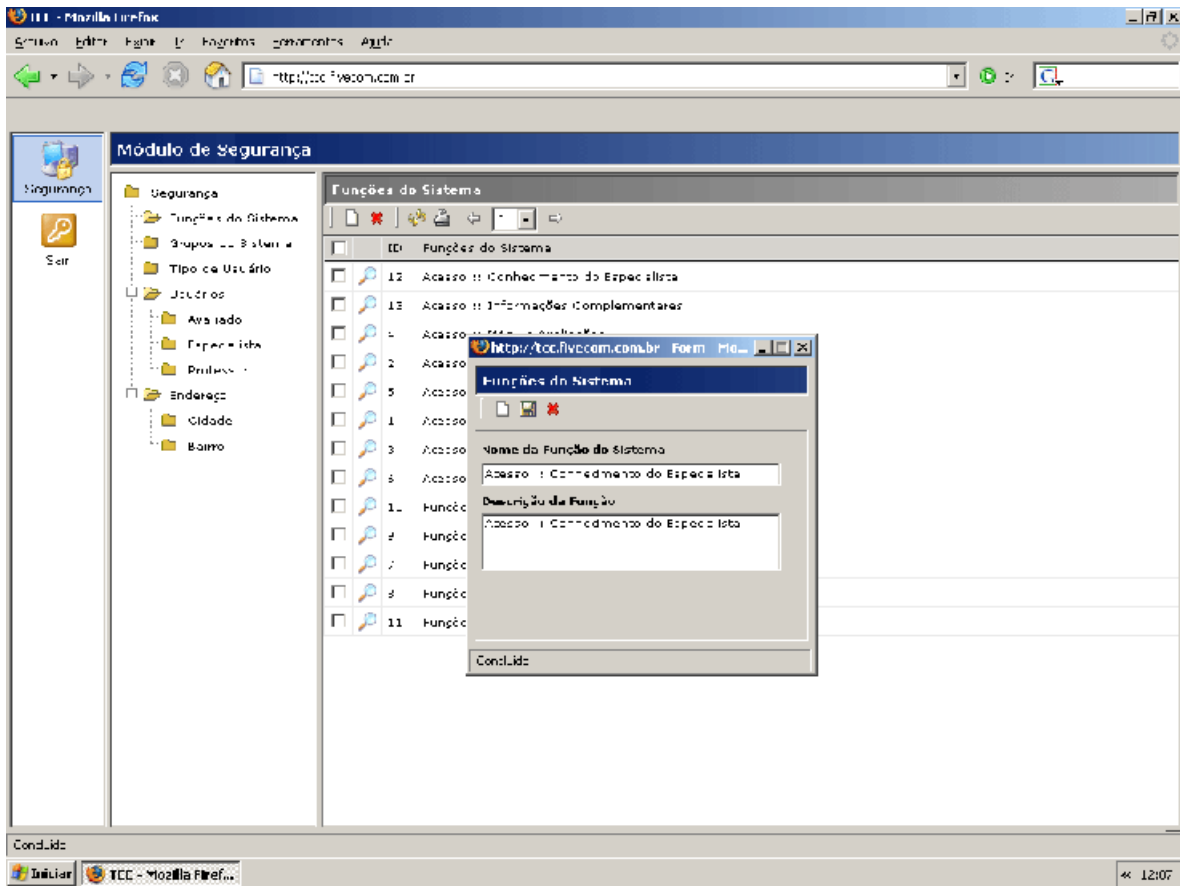


FIGURA 38 – Página de Cadastro de Funções do Sistema

A tela mostrada na Figura 39 é a página de Grupos do Sistema onde o administrador irá cadastrar todos os grupos de acesso ao sistema. Para efetuar esse cadastro o administrador deverá informar o nome do grupo do sistema e uma descrição.

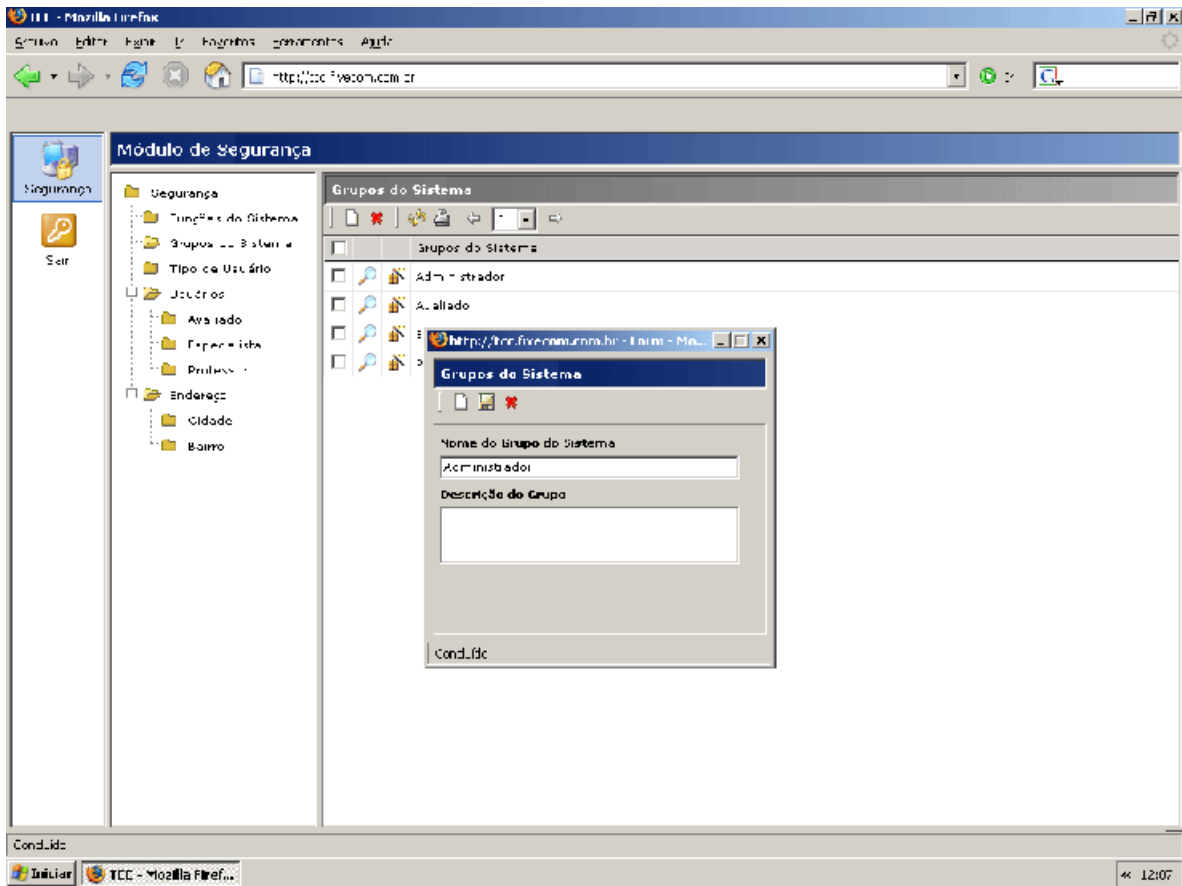


FIGURA 39 – Página de Cadastro de Grupo do Sistema

Após o cadastro dos Grupos do Sistema, o administrador poderá relacionar as Funções do Sistema que já estão cadastradas ao Grupo do Sistema desejado, como demonstrado na Figura 40.

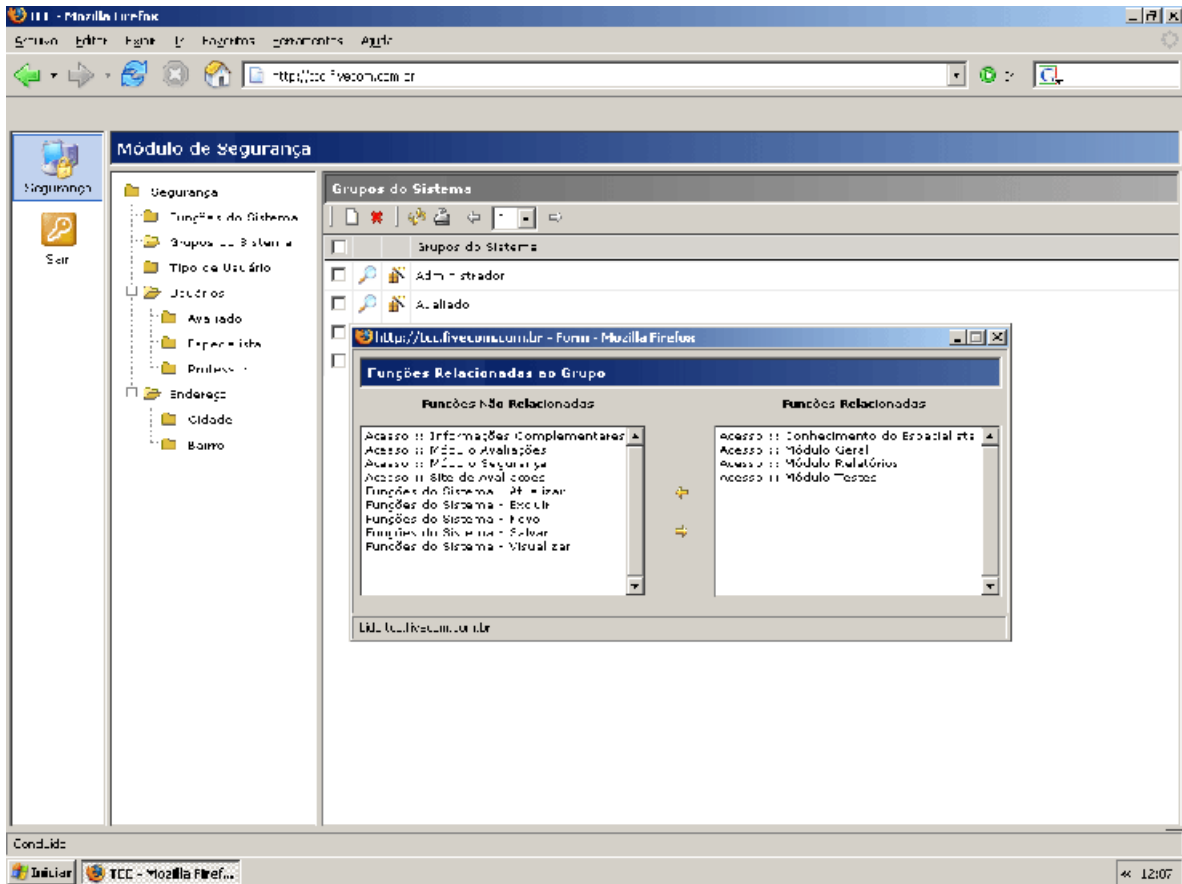


FIGURA 40 – Página de Relacionamento de Funções

A tela mostrada na Figura 41 é a tela de Tipos de Usuários onde o administrador irá cadastrar os tipos de usuários que terão acesso ao sistema. Para efetuar esse cadastro o administrador deverá informar o nome do tipo de usuário.

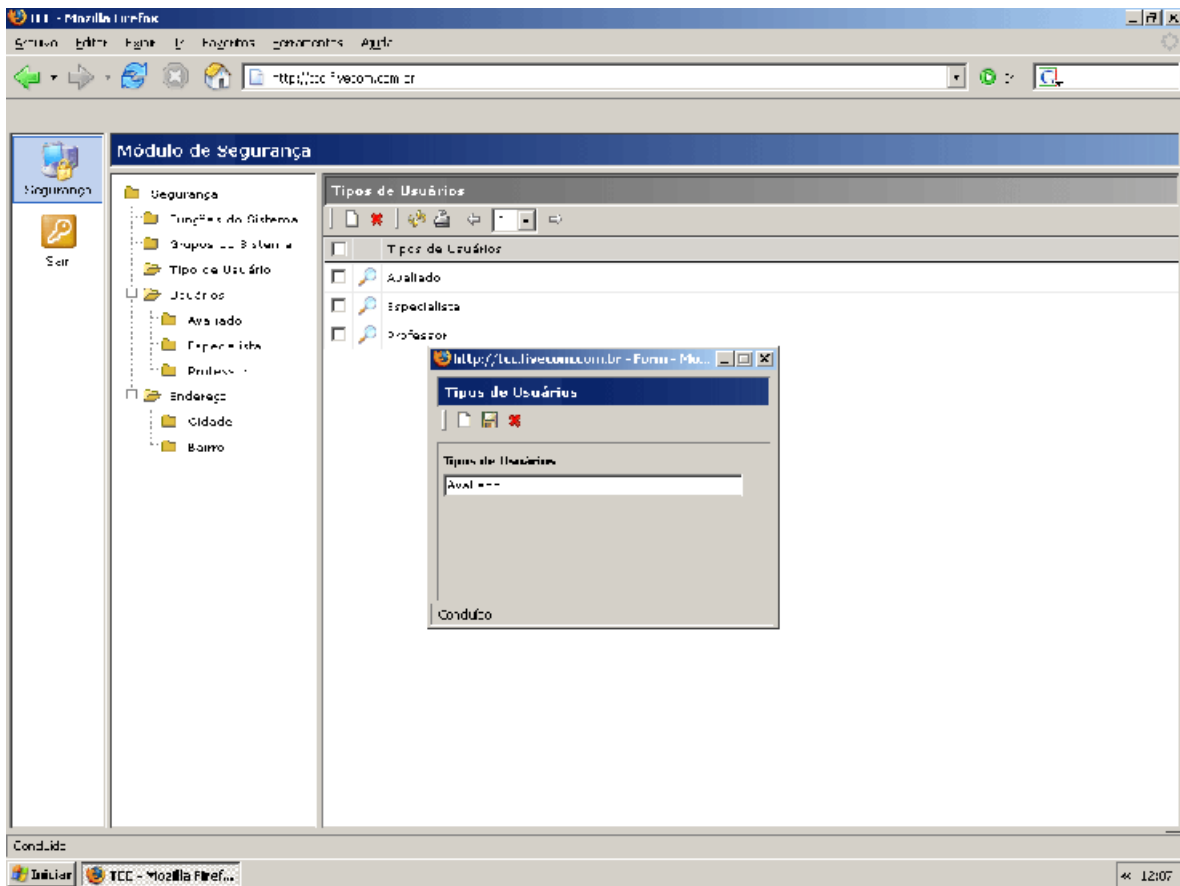


FIGURA 41 – Página de Cadastro de Tipo de Usuário

A tela mostrada na Figura 42 é a página de Avaliados cadastrados onde o administrador irá cadastrar os alunos para realizar os testes. Para efetuar esse cadastro, o administrador deverá informar o nome do avaliado, o segundo nome, o e-mail, a senha de acesso, a data de nascimento, o sexo, o endereço contendo rua, estado, cidade e bairro e os dados escolares contendo instituição onde estuda, curso, período, ano e semestre.

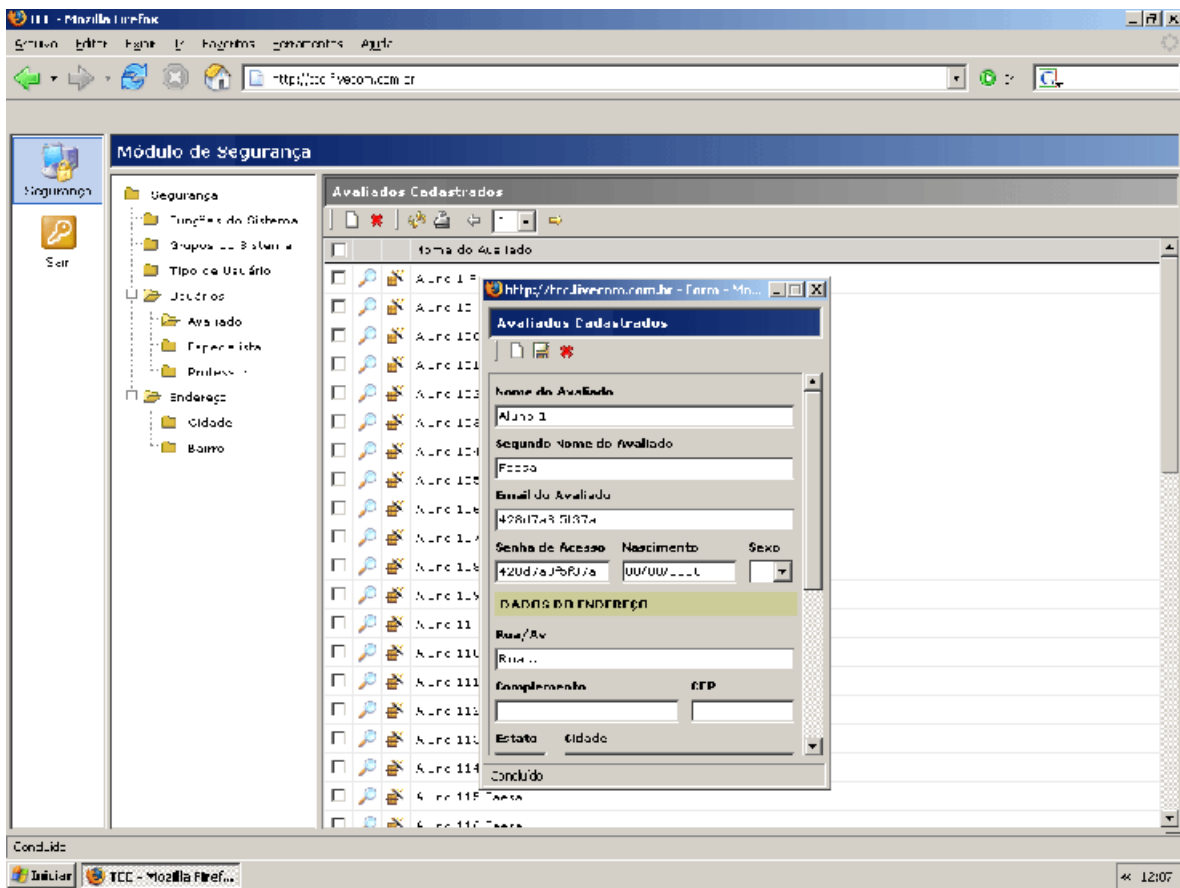


FIGURA 42 – Página de Avaliados Cadastrados

Após o cadastro dos Avaliados, o administrador poderá relacionar os Grupos do Sistema que já estão cadastrados ao Avaliado desejado, como demonstrado na Figura 43.

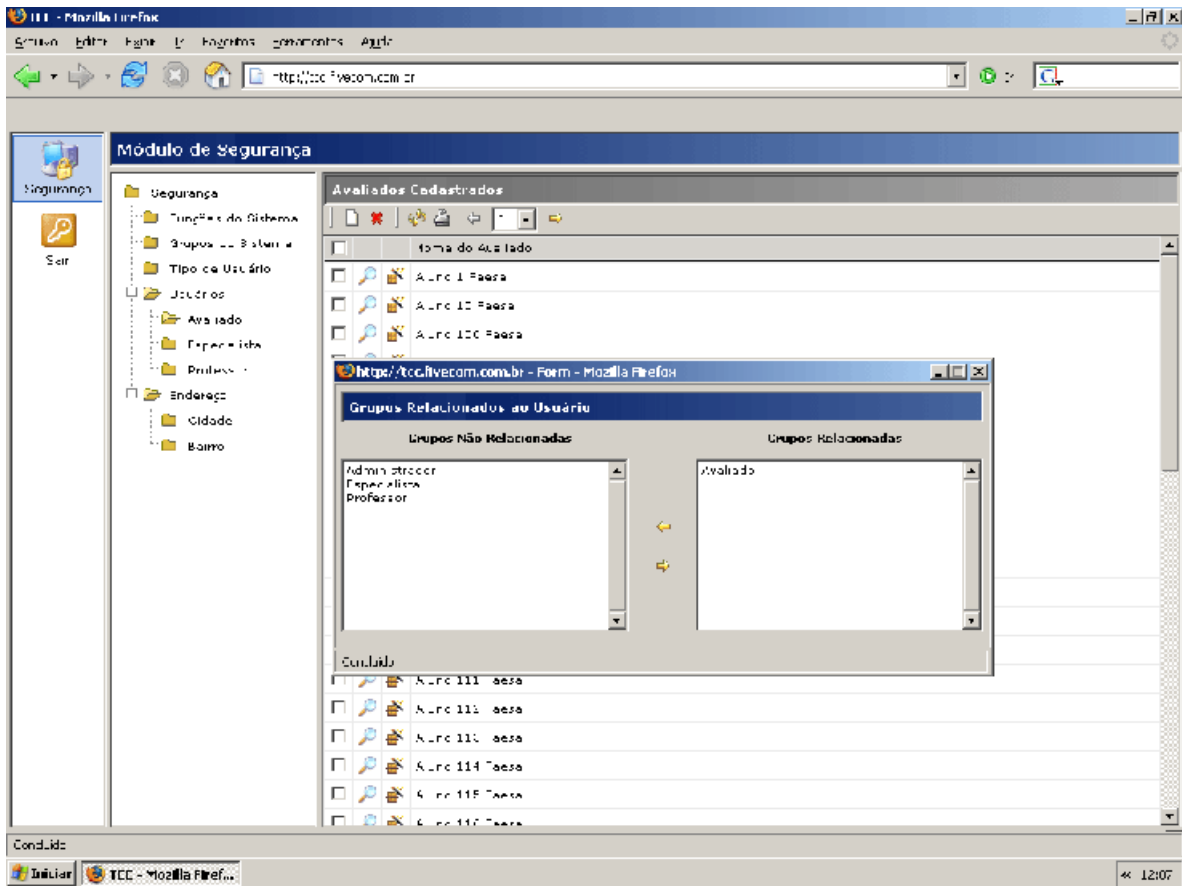


FIGURA 43 – Página de Relacionamento de Usuários

A tela mostrada na Figura 44 é a página de Profissionais Cadastrados onde o administrador irá cadastrar os especialistas que terão acesso ao sistema. Para efetuar esse cadastro o administrador deverá informar o nome do profissional, o segundo nome, o e-mail, a senha de acesso, a data de nascimento, o sexo e o endereço contendo rua, estado, cidade e bairro.

The screenshot displays a web browser window with the URL <http://tcc.fivecom.com.br>. The application interface features a sidebar menu under 'Módulo de Segurança' with options like 'Segurança', 'Funções do Sistema', 'Grupos de Sistema', 'Tipo de Usuário', 'Jogos', 'Atividade', 'Experiência', 'Profissão', 'Endereço', 'Cidade', and 'Bairro'. The main content area is titled 'Profissionais Cadastrados' and contains a form for adding a new professional. The form fields are as follows:

Profissionais Cadastrados		
Nome do Profissional		
Segundo Nome do Profissional		
Email do Profissional		
Senha de Acesso	Nascimento	Sexo
L23	02/12/2004	F
DADOS DO ENDEREÇO		
Rua / Av		
Complemento		
CEP		2
Estado		
Cidade		
Bairro		

FIGURA 44 – Página de Profissionais Cadastrados - Especialistas

Após o cadastro dos especialistas, o administrador poderá relacionar os Grupos do Sistema que já estão cadastrados ao especialista desejado, como demonstrado na Figura 45.

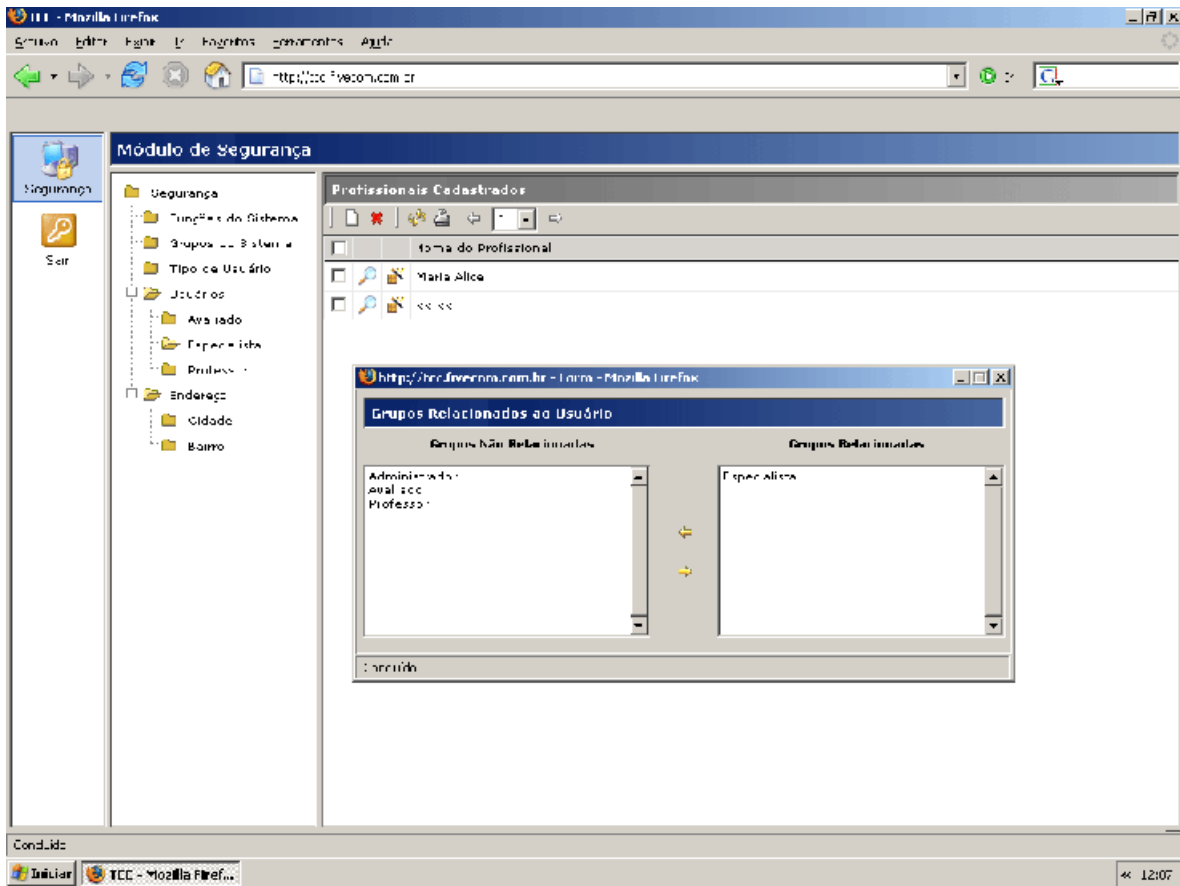


FIGURA 45 – Página de Relacionamento de Especialistas

A tela mostrada na Figura 46 é a página de Profissionais Cadastrados onde o administrador irá cadastrar os professores que terão acesso ao sistema. Para efetuar esse cadastro o administrador deverá informar o nome do profissional, o segundo nome, o e-mail, a senha de acesso, a data de nascimento, o sexo e o endereço contendo rua, estado, cidade e bairro.

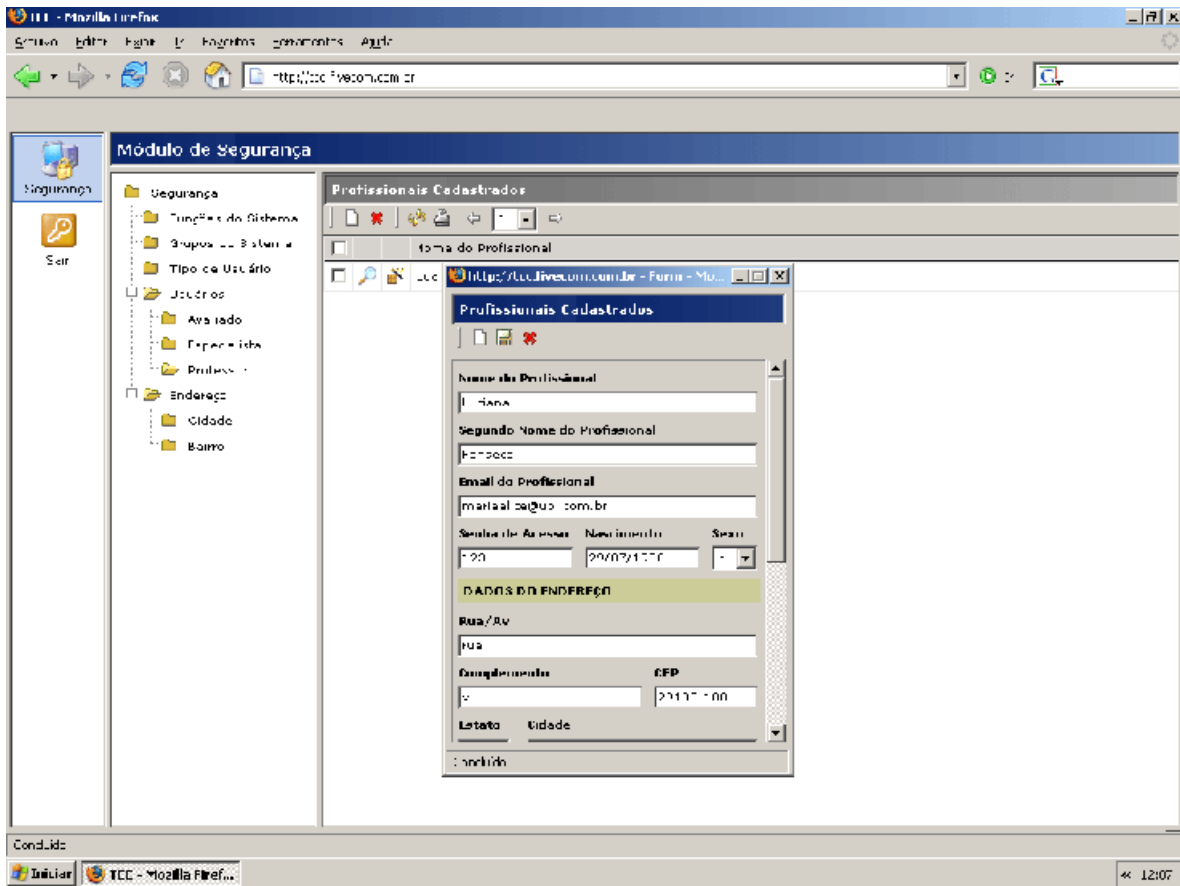


FIGURA 46 – Página de Profissionais Cadastrados - Professores

Após o cadastro dos professores, o administrador poderá relacionar os Grupos do Sistema que estão cadastradas ao professor desejado, como demonstrado na Figura 47.

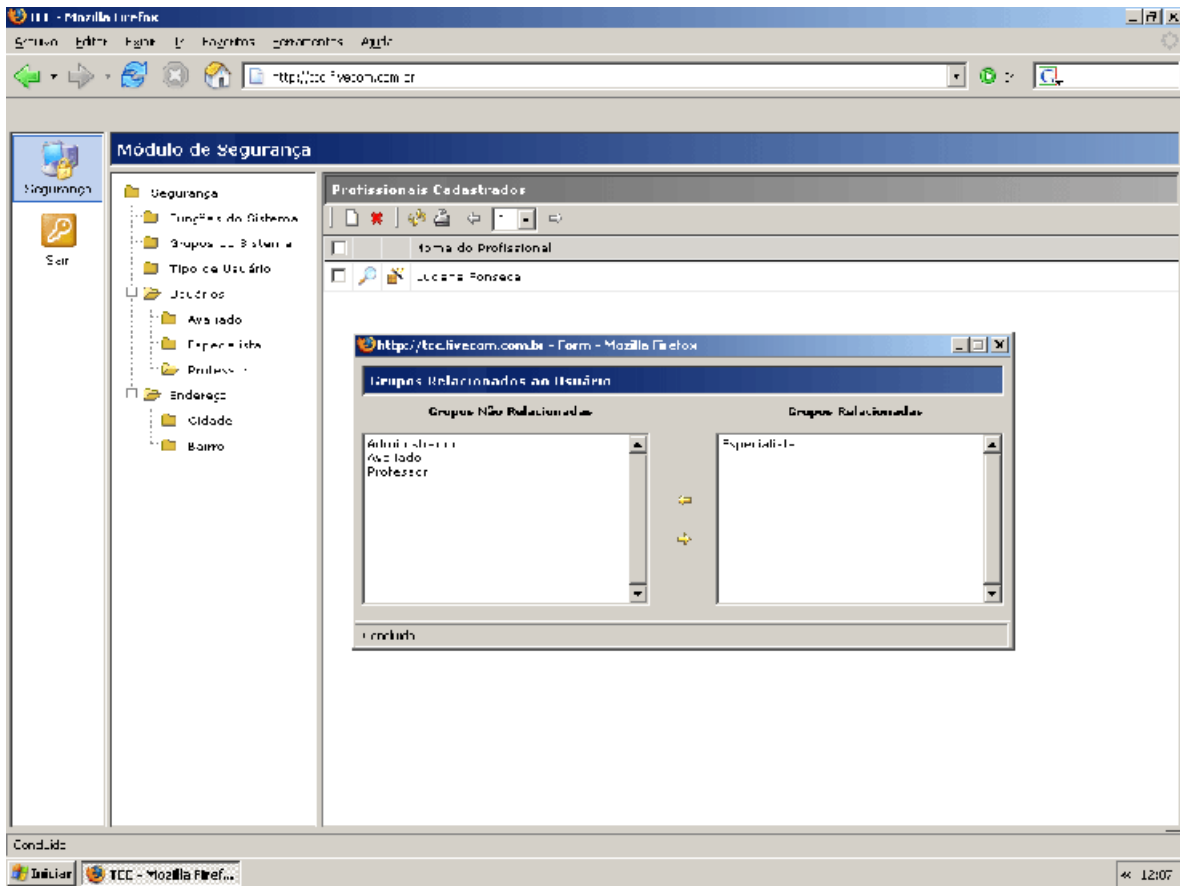


FIGURA 47 – Página de Relacionamento de Professores

A página mostrada na Figura 48 é a página de Cidades onde o administrador irá cadastrar as cidades a serem informadas nos endereços. Para efetuar esse cadastro, o administrador deverá informar o estado que a cidade pertence e o nome da cidade.

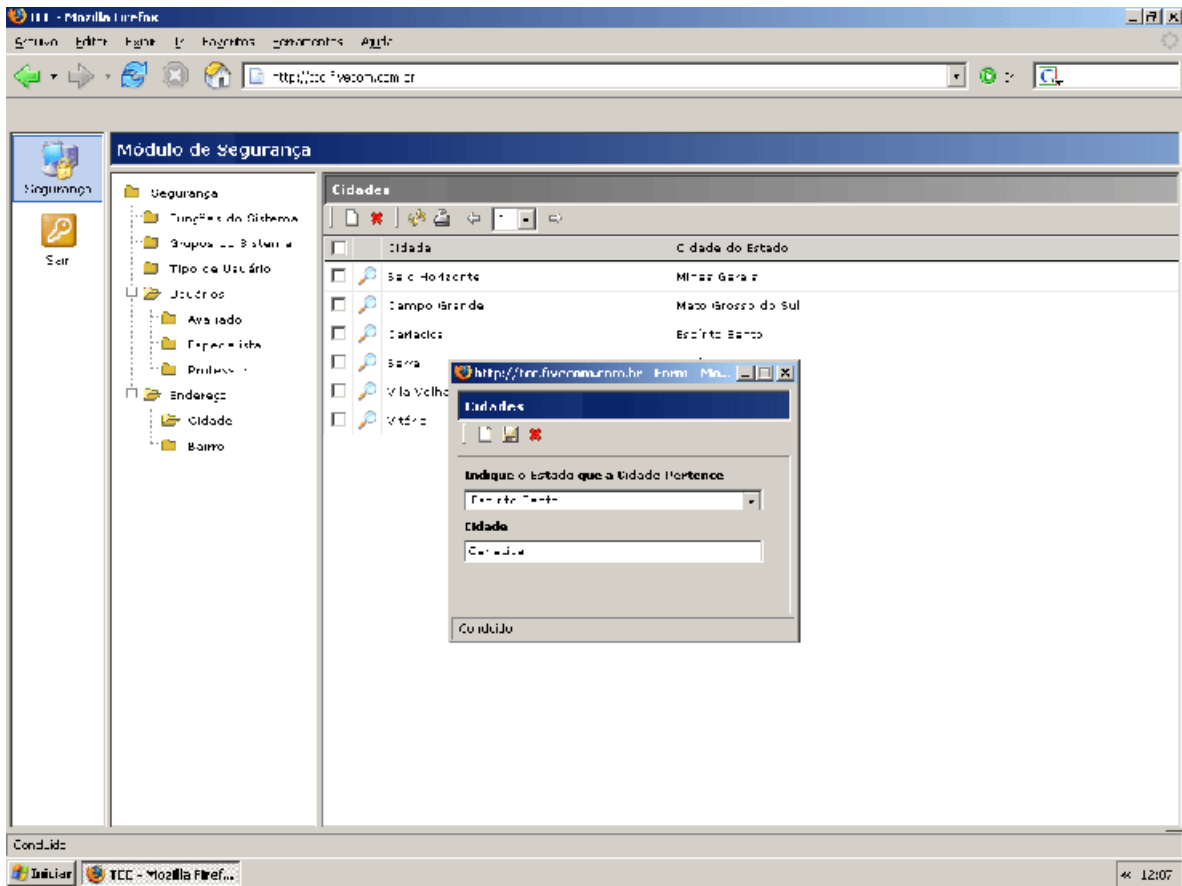


FIGURA 48 – Página de Cadastro de Cidades

A página mostrada na Figura 49 é a página de Bairros onde o administrador irá cadastrar os bairros a serem informados nos endereços. Para efetuar esse cadastro o administrador deverá informar o estado e a cidade que o bairro pertence e o nome do bairro.

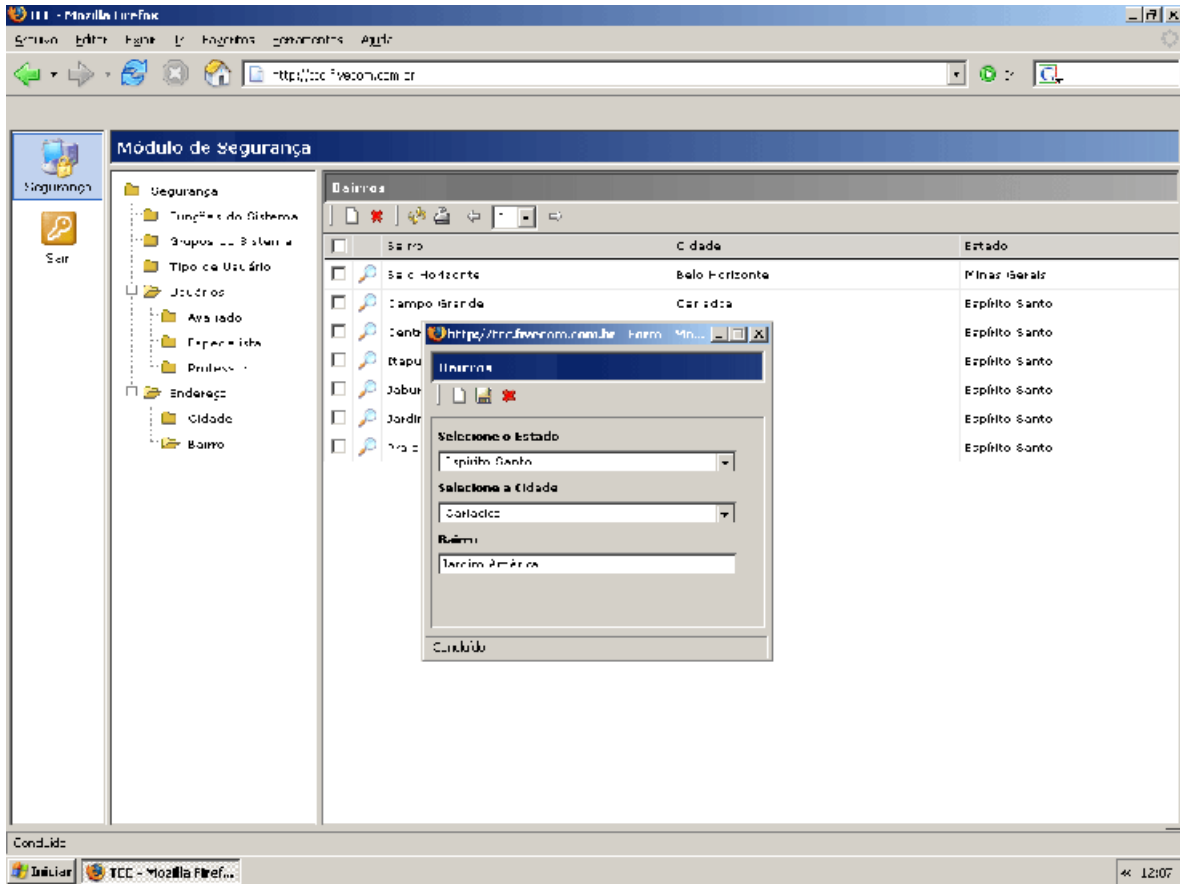


FIGURA 49 – Página de Cadastro de Bairros

Se o usuário identificado no acesso ao sistema for um especialista, será apresentada a página principal, conforme mostrada na Figura 50. No sistema, o especialista terá acesso aos módulos de Testes, Geral e Relatórios.

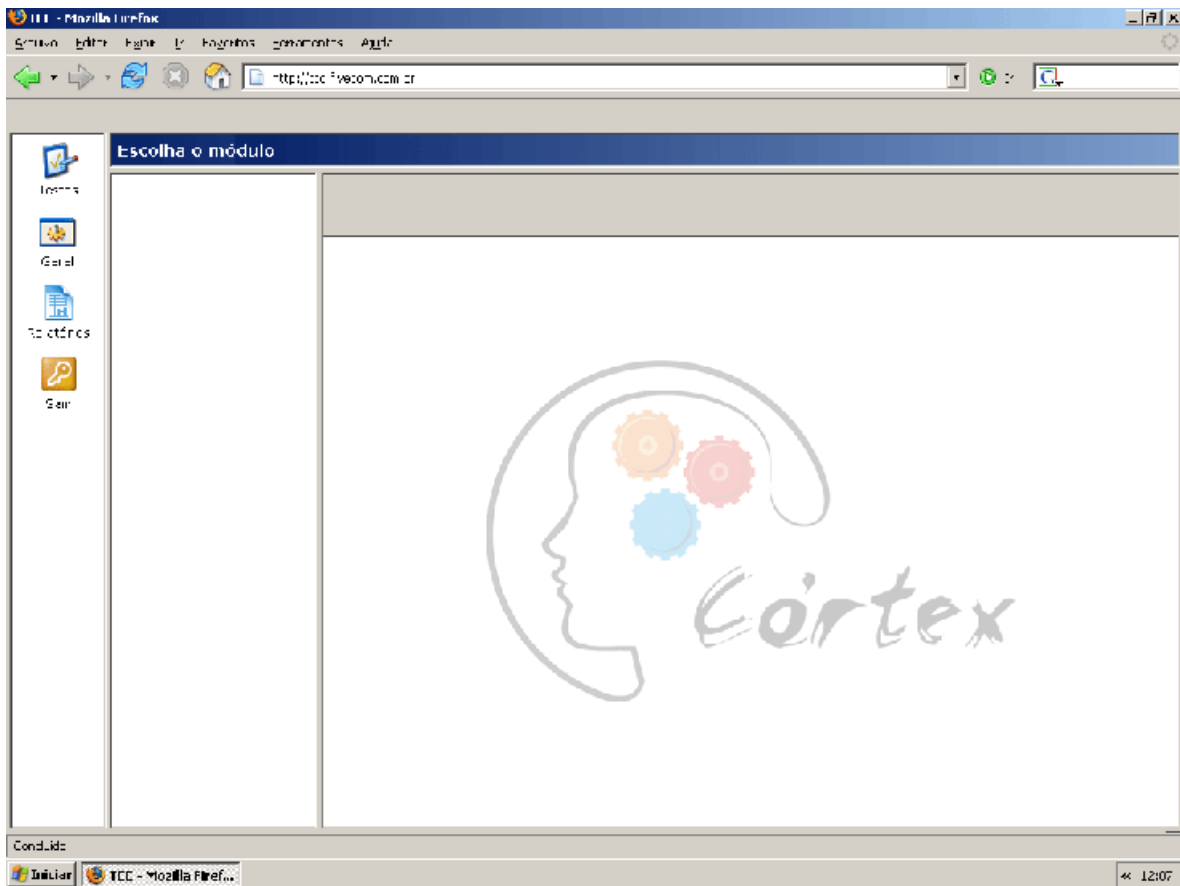


FIGURA 50 – Página Principal do Especialista

No módulo Testes, o especialista terá acesso a cadastrar questionários, perguntas, respostas e testes, conforme ilustrado na Figura 51.

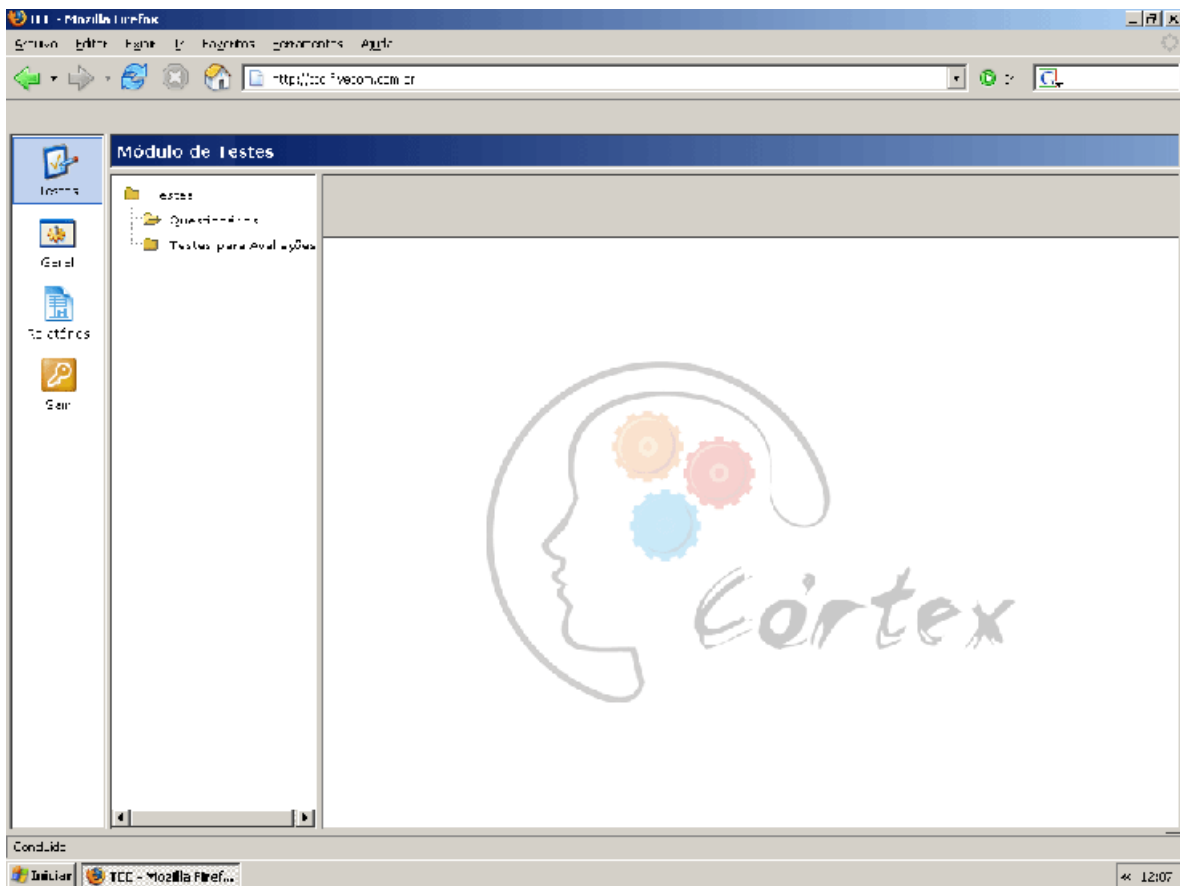


FIGURA 51 – Página do Módulo de Teste

A página mostrada na Figura 52 é a página de Questionários onde o especialista irá cadastrar todos os questionários que formarão os testes. Para efetuar esse cadastro, o especialista deverá informar a descrição, a série do questionário, o especialista responsável e o status do questionário.

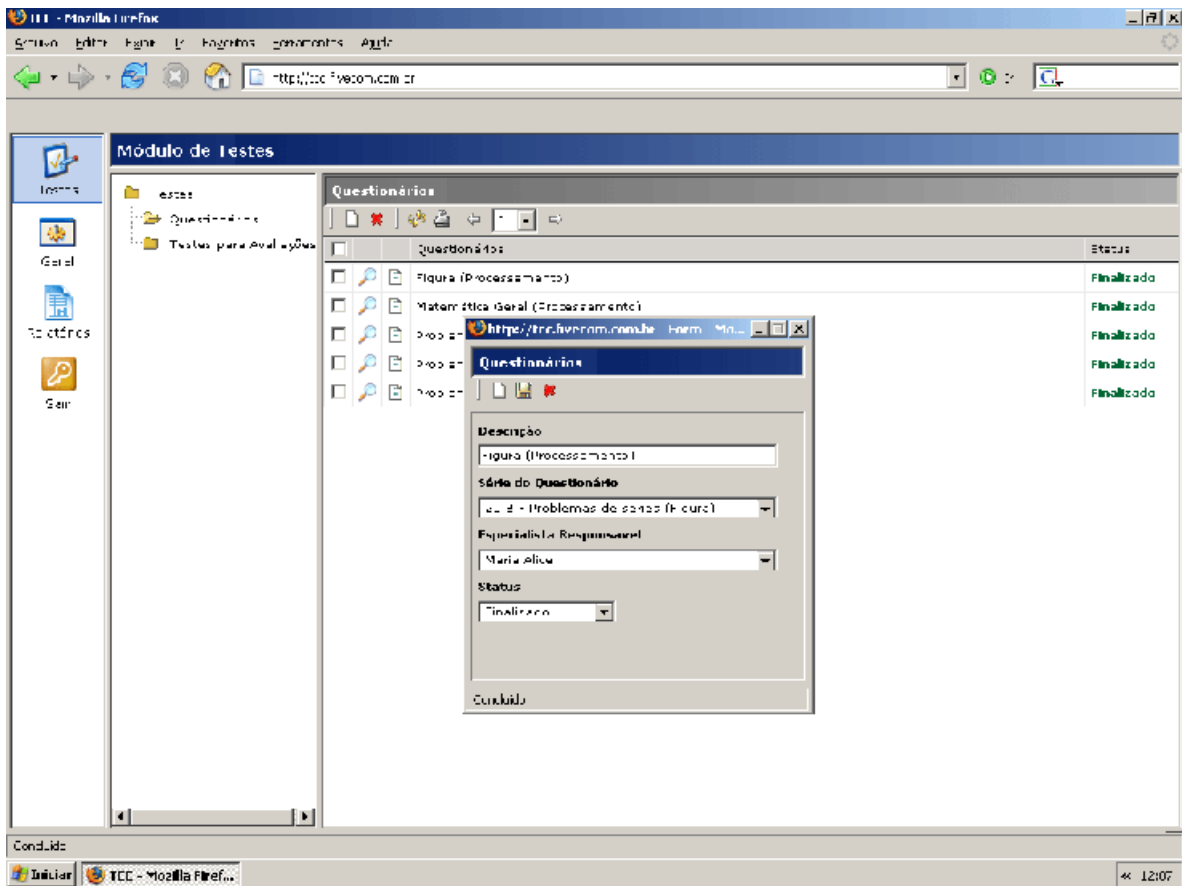


FIGURA 52 – Página de Cadastro de Questionários

A página mostrada na Figura 53 é a página de Perguntas onde o especialista irá cadastrar todas as perguntas que farão parte do questionário selecionado. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar a descrição da pergunta e o seu nível de dificuldade.

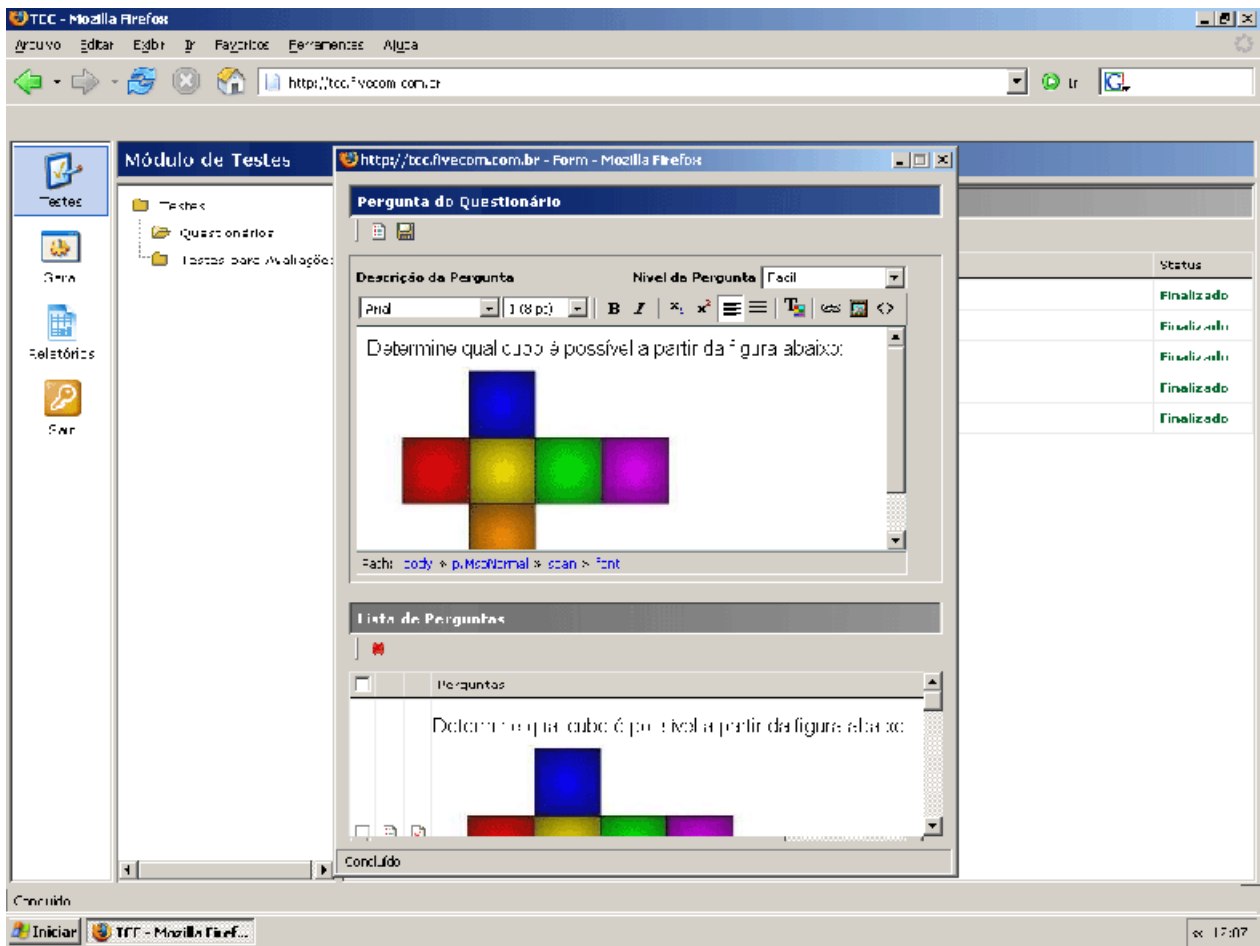


FIGURA 53 – Página de Cadastro de Perguntas

A página mostrada na Figura 54 é a página de Respostas da Pergunta onde o especialista irá cadastrar todas as respostas da pergunta selecionada. Para efetuar esse cadastro o especialista deve informar a descrição da resposta e o seu status.

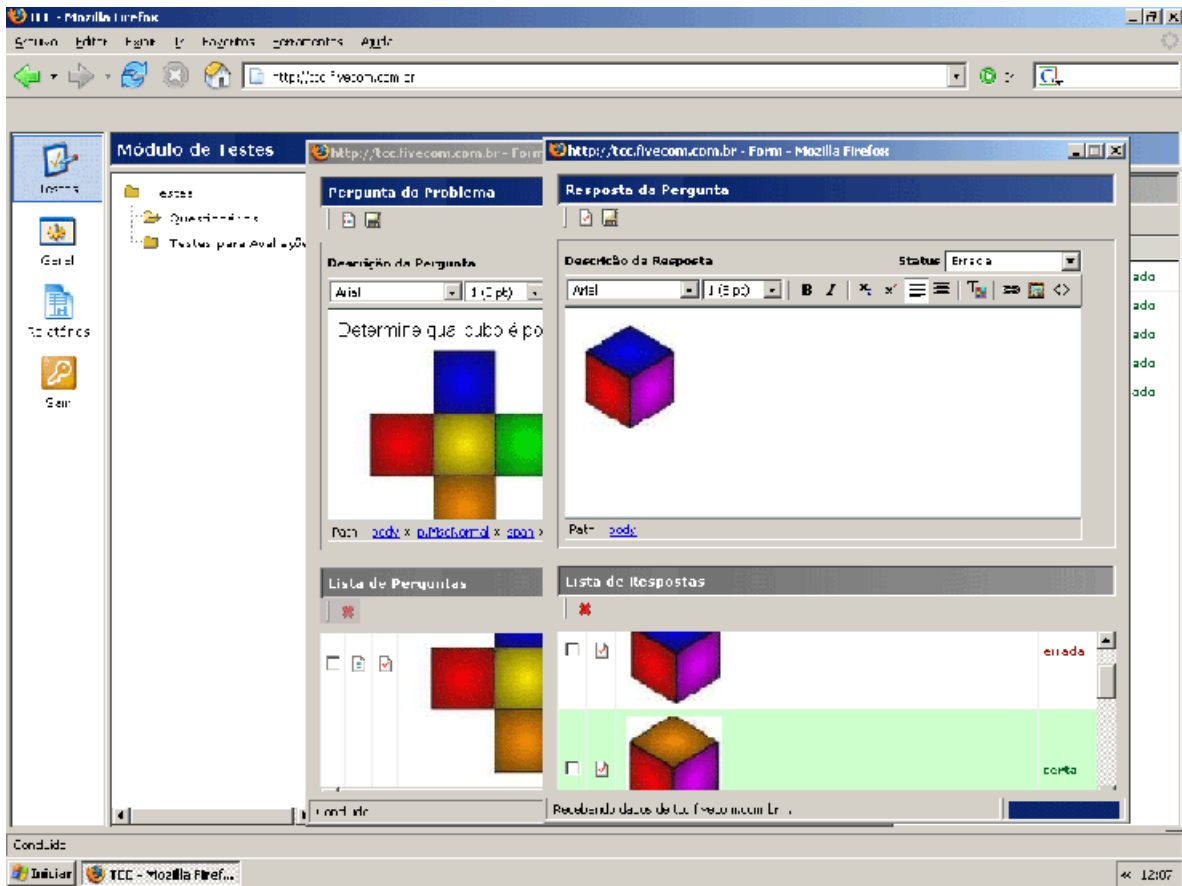


FIGURA 54 – Página de Cadastro de Respostas

A página mostrada na Figura 55 é a página de Testes onde o especialista irá cadastrar os testes que serão aplicados. Para efetuar esse cadastro o especialista deve informar título do teste, a descrição e seu status.

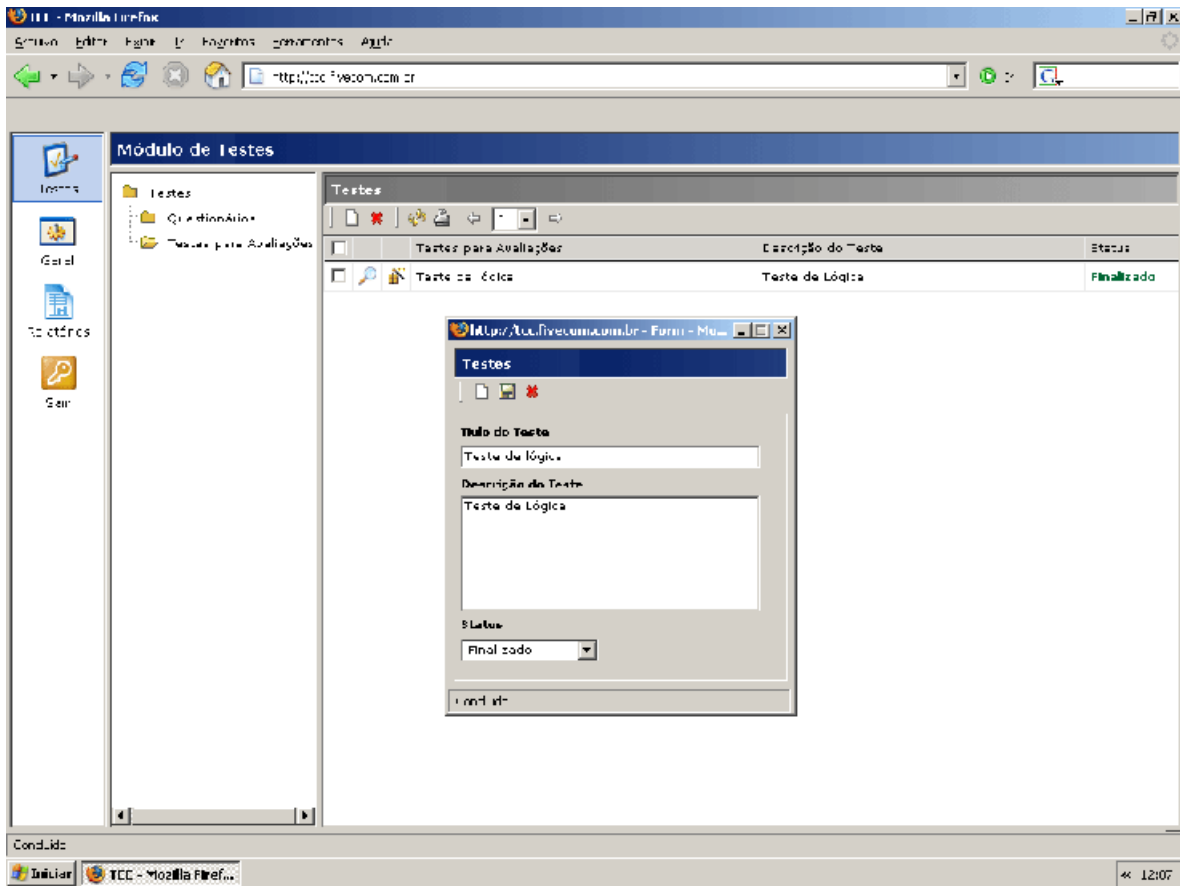


FIGURA 55 – Página de Cadastro de Testes

A página mostrada na Figura 56 é a página de relacionamento dos Questionários para a composição do Teste que será efetuada pelo especialista.

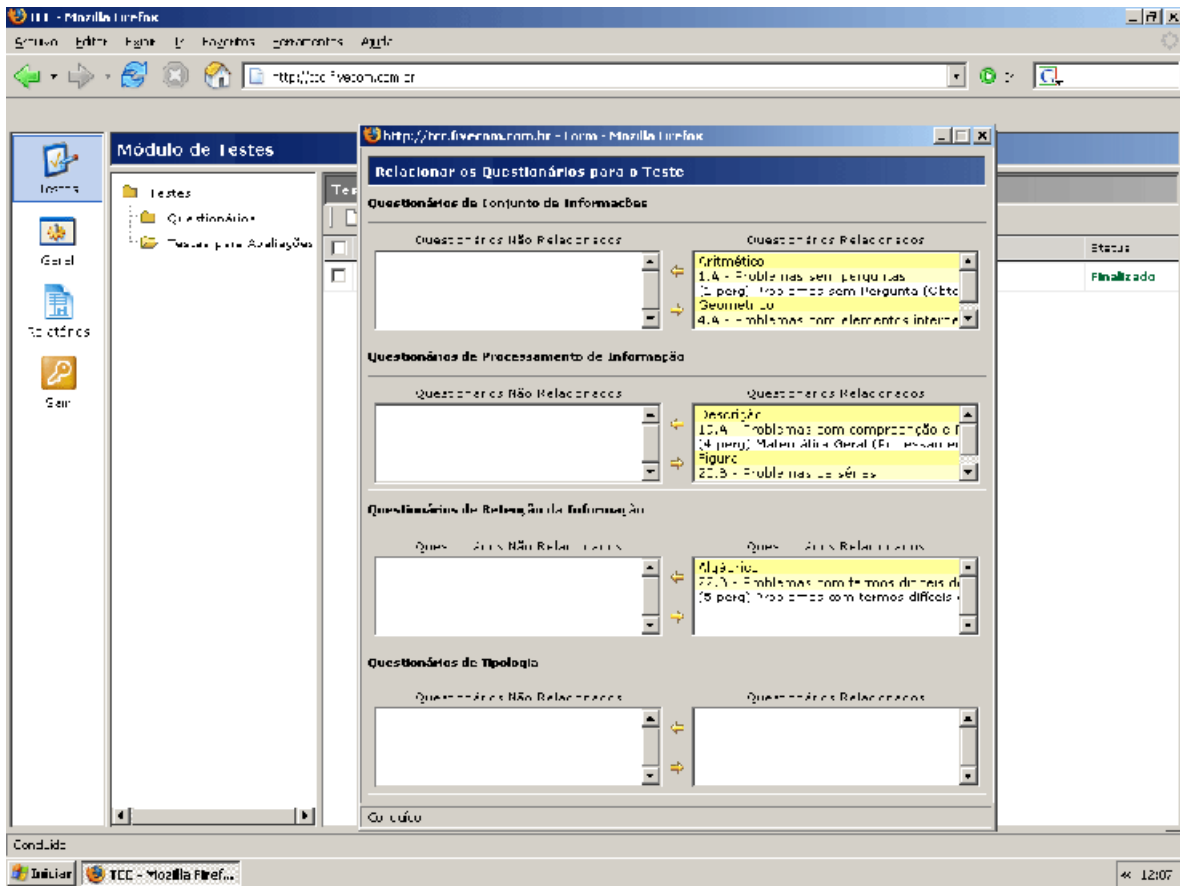


FIGURA 56 – Página de Relacionamento dos Questionários com o Teste

No módulo Geral o especialista terá acesso à seção de Conhecimento do Especialista podendo cadastrar categoria, grupo, tipo, série de problemas, mídia e tipo de mídia, conforme mostrado na Figura 57.

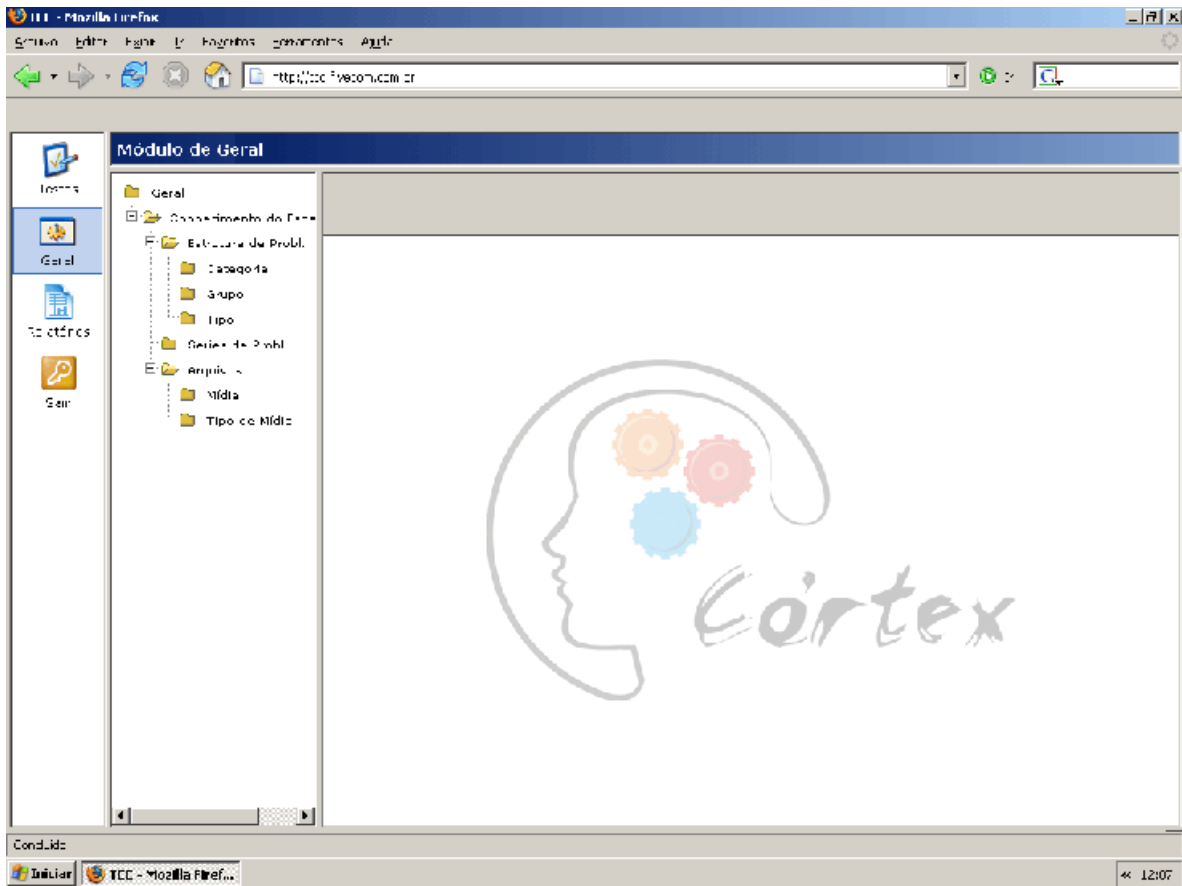


FIGURA 57 – Página do Módulo Geral

A página mostrada na Figura 58 é a página de Categoria de Problemas onde o especialista irá cadastrar todas as categorias referentes aos problemas. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar a descrição da categoria.

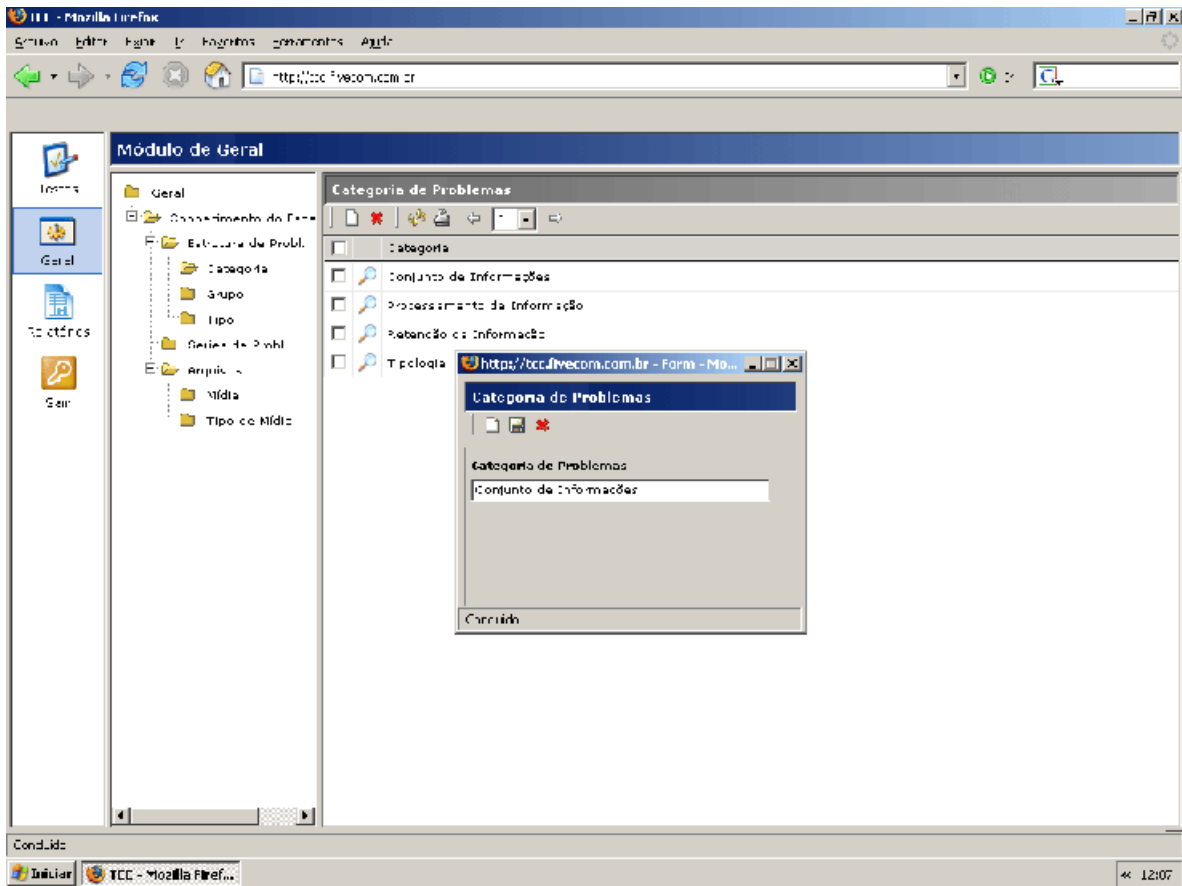


FIGURA 58 – Página de Cadastro de Categoria de Problemas

A página mostrada na Figura 59 é a página de Grupo de Problemas onde o especialista irá cadastrar todos os grupos referentes aos problemas. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar a descrição do grupo e a categoria.

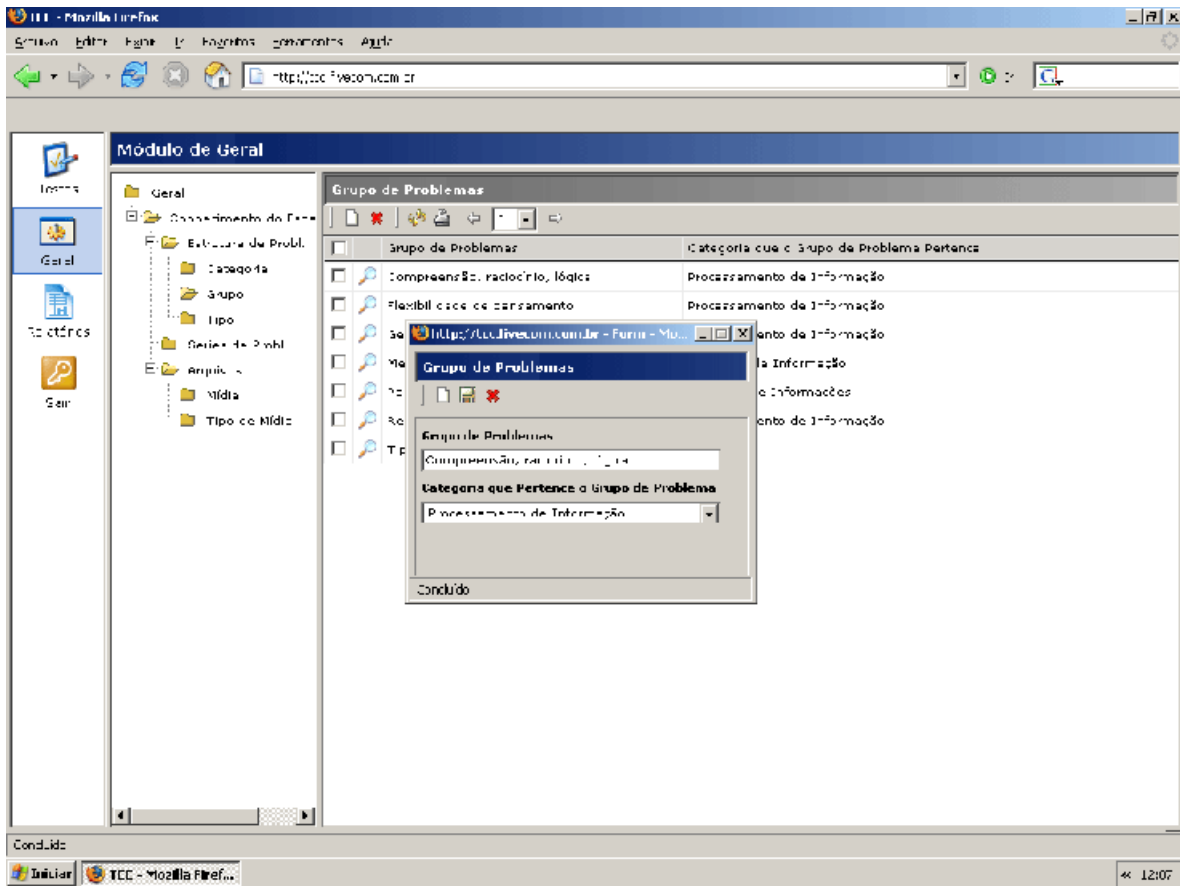


FIGURA 59 – Página de Cadastro de Grupo de Problemas

A página mostrada na Figura 60 é a página de Tipos de Problemas onde o especialista irá cadastrar todos os tipos de problemas que serão aplicados. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar a descrição do tipo de problema.

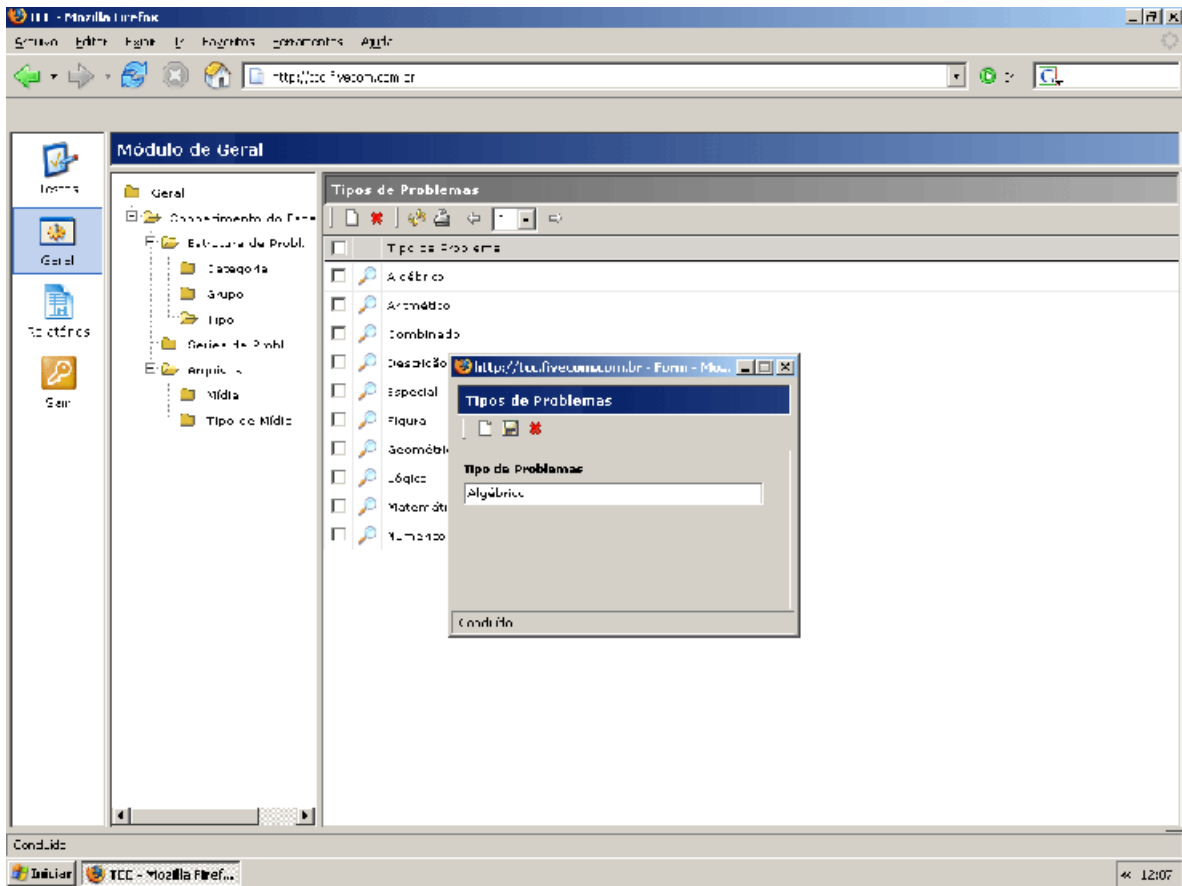


FIGURA 60 – Página de Cadastro de Tipos de Problemas

A página mostrada na Figura 61 é a página de Série de Problemas onde o especialista irá cadastrar todas as séries de cada problema. Para efetuar esse cadastro o especialista deve o número da série, o código, a descrição, o tipo de problema que a série abrange, o grupo de problema que a série abrange, a proposta básica e a proposta secundária.

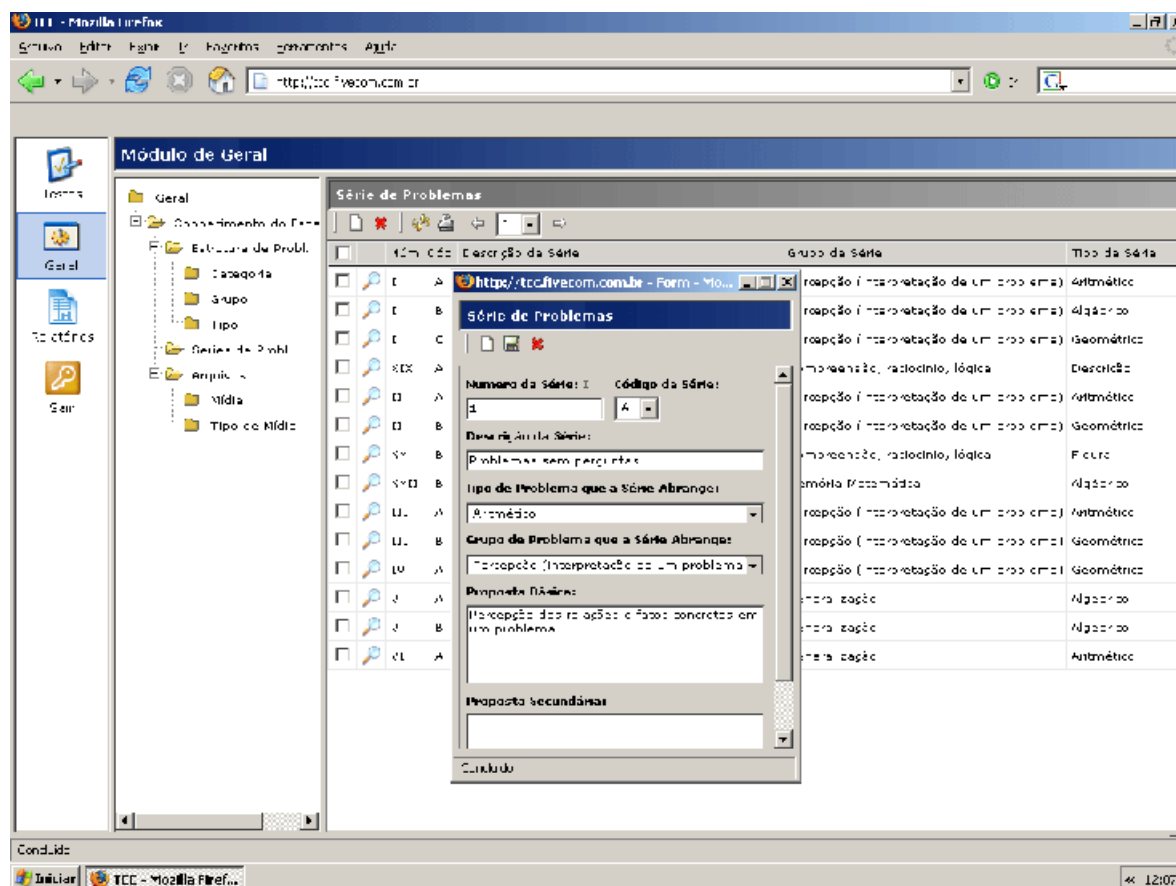


FIGURA 61 – Página de Cadastro de Série de Problemas

A página mostrada na Figura 62 é a página de Mídia onde o especialista irá cadastrar todas as imagens que farão parte das perguntas e respostas dos questionários. Para efetuar esse cadastro o especialista deve informar o arquivo que deseja cadastrar, o nome da mídia, o tipo da mídia e a sua descrição.

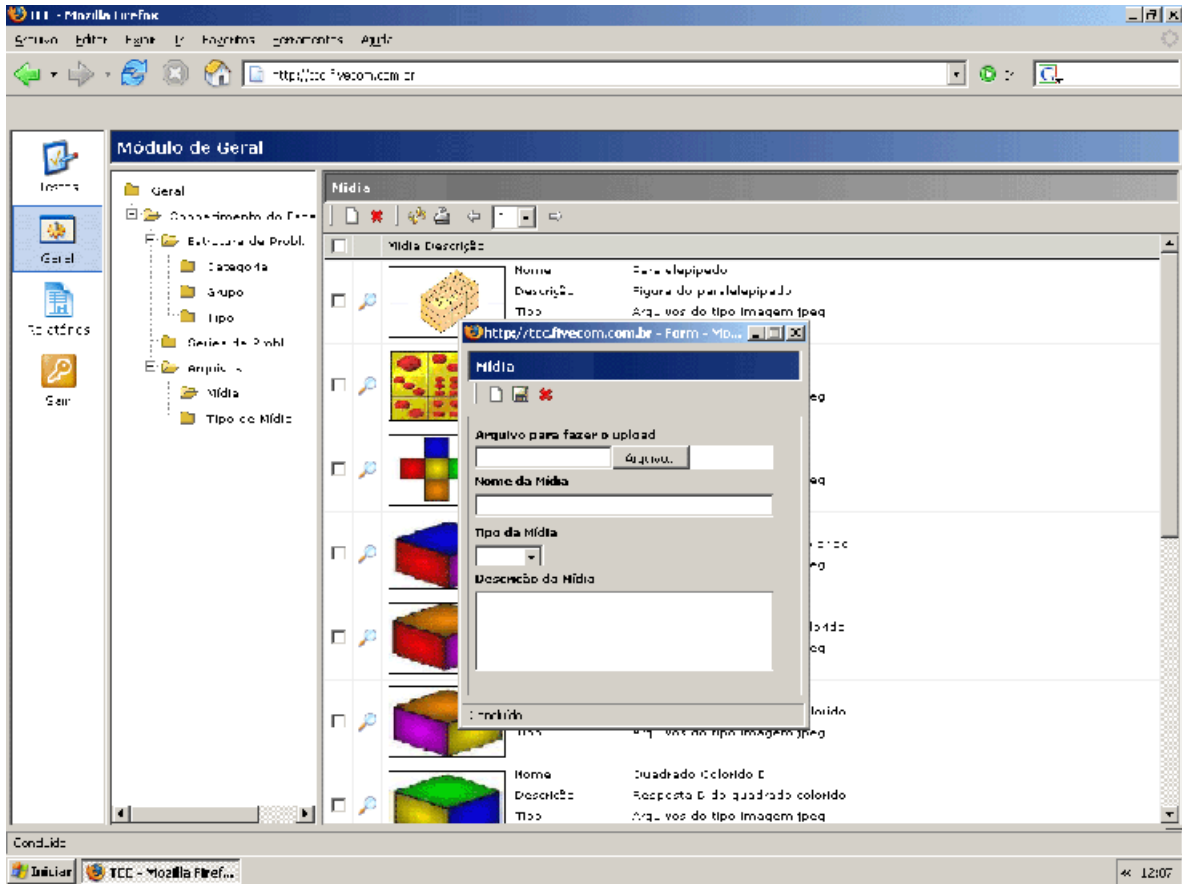


FIGURA 62 – Página de Cadastro de Mídias

A página mostrada na Figura 63 é a página de Tipo de Mídia onde o especialista irá cadastrar todos os tipos de mídias que serão cadastrados. Para efetuar esse cadastro o especialista deve informar a descrição do tipo de mídia, a extensão e o seu path.

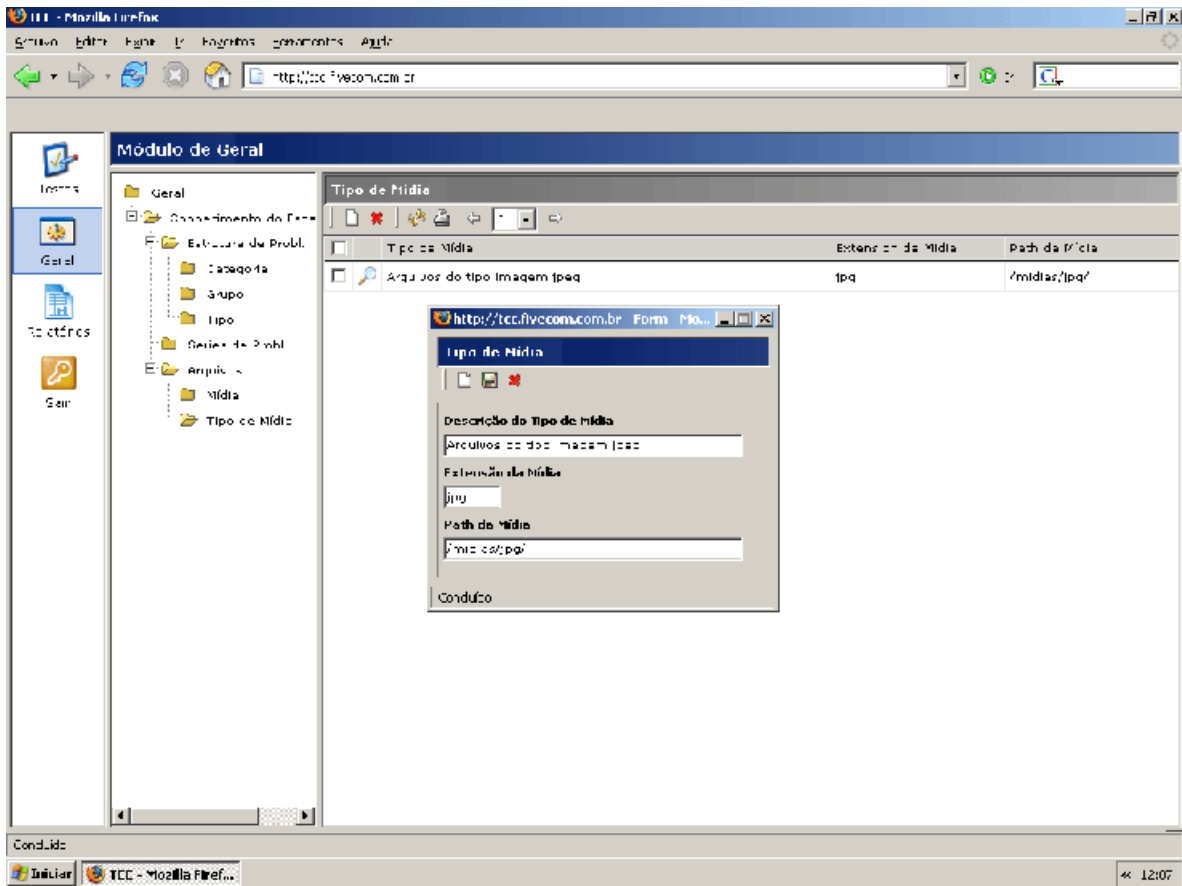


FIGURA 63 – Página de Cadastro de Tipo de Mídias

A página mostrada na Figura 64 é a página de Relatório onde o especialista terá acesso aos relatórios dos testes que foram aplicados. A visualização poderá ser feita por aluno, por uma turma específica ou por todas as turmas onde foi aplicado o teste.

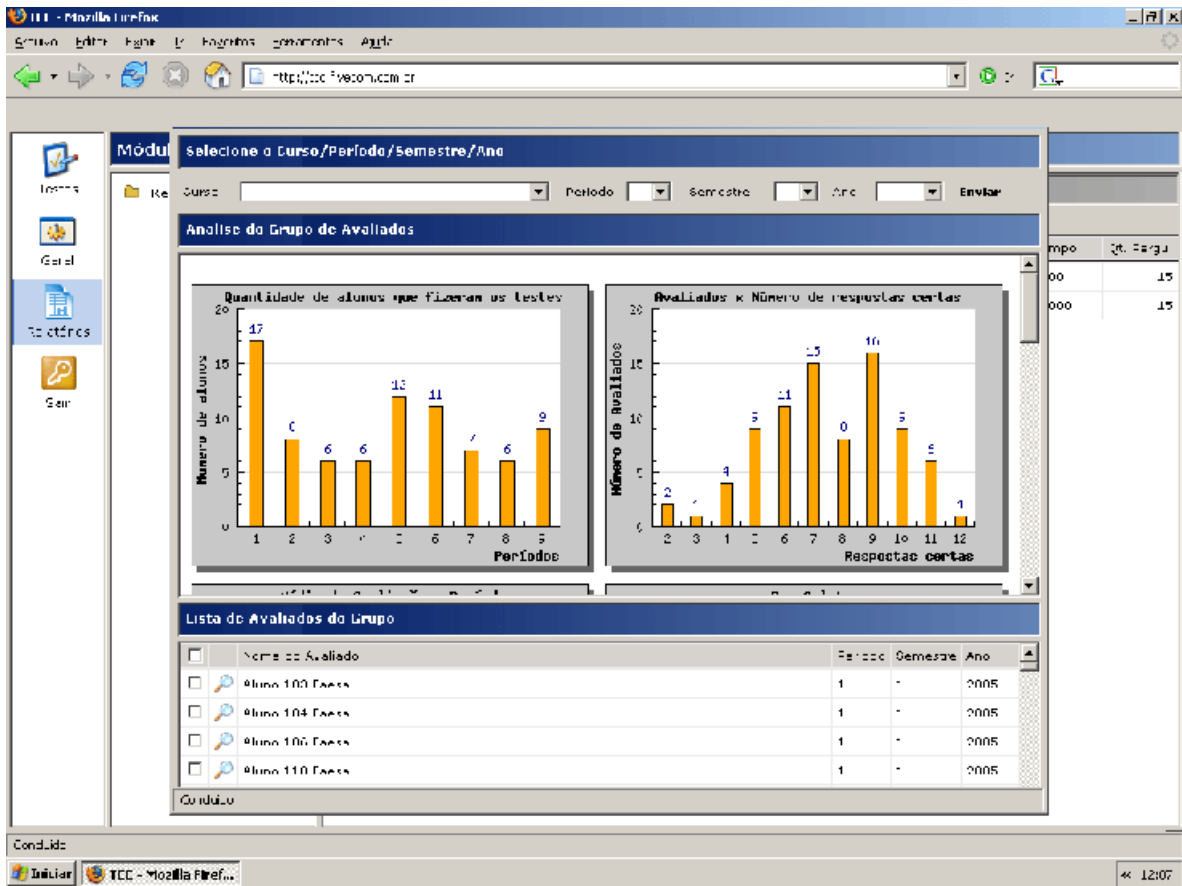


FIGURA 64 – Página de Relatórios da Avaliação

Se o usuário identificado no acesso ao sistema for um professor, será apresentada a página principal, mostrada na Figura 65. No sistema, o professor terá acesso aos módulos de Avaliações, Geral e Relatórios.

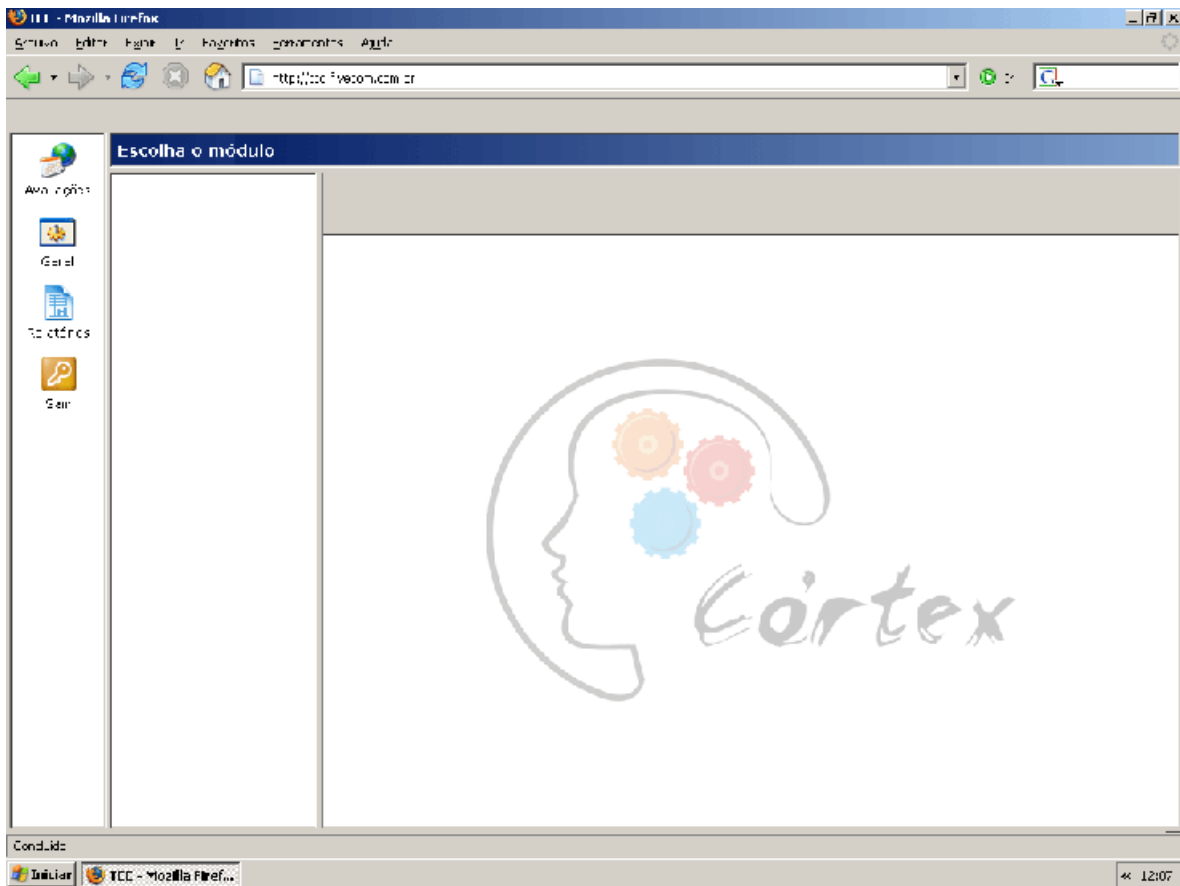


FIGURA 65 – Página Principal do Professor

No módulo de Avaliações, o professor terá acesso a cadastrar novas avaliações, a relacionar os avaliados a uma avaliação e a consultar as avaliações que já foram aplicadas, como mostrado na Figura 66.

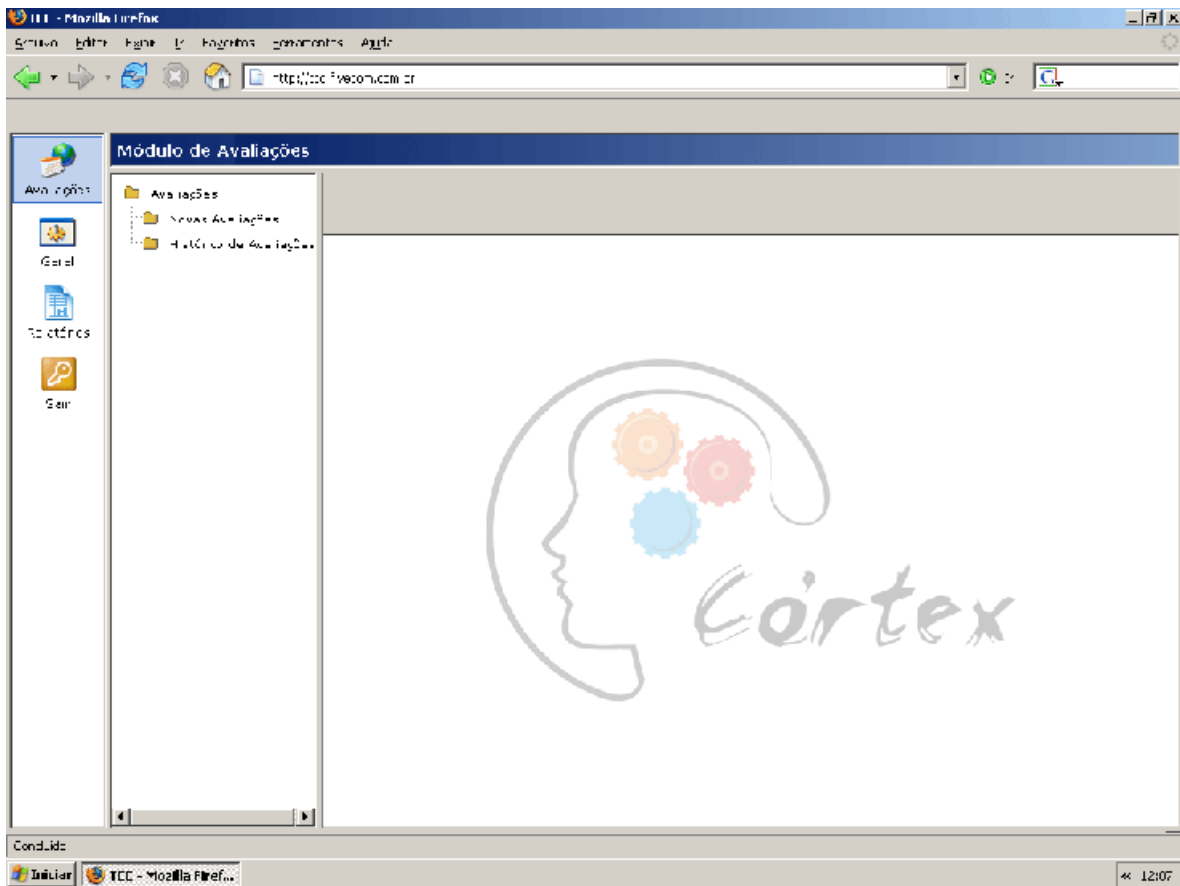


FIGURA 66 – Página do Módulo Avaliações

A página mostrada na Figura 67 é a página de Avaliações onde o professor irá cadastrar todas as avaliações que serão aplicadas. Para efetuar esse cadastro, o professor deverá informar o título da avaliação, a instituição, o professor, o teste que será aplicado, a data da avaliação e o tempo da avaliação.

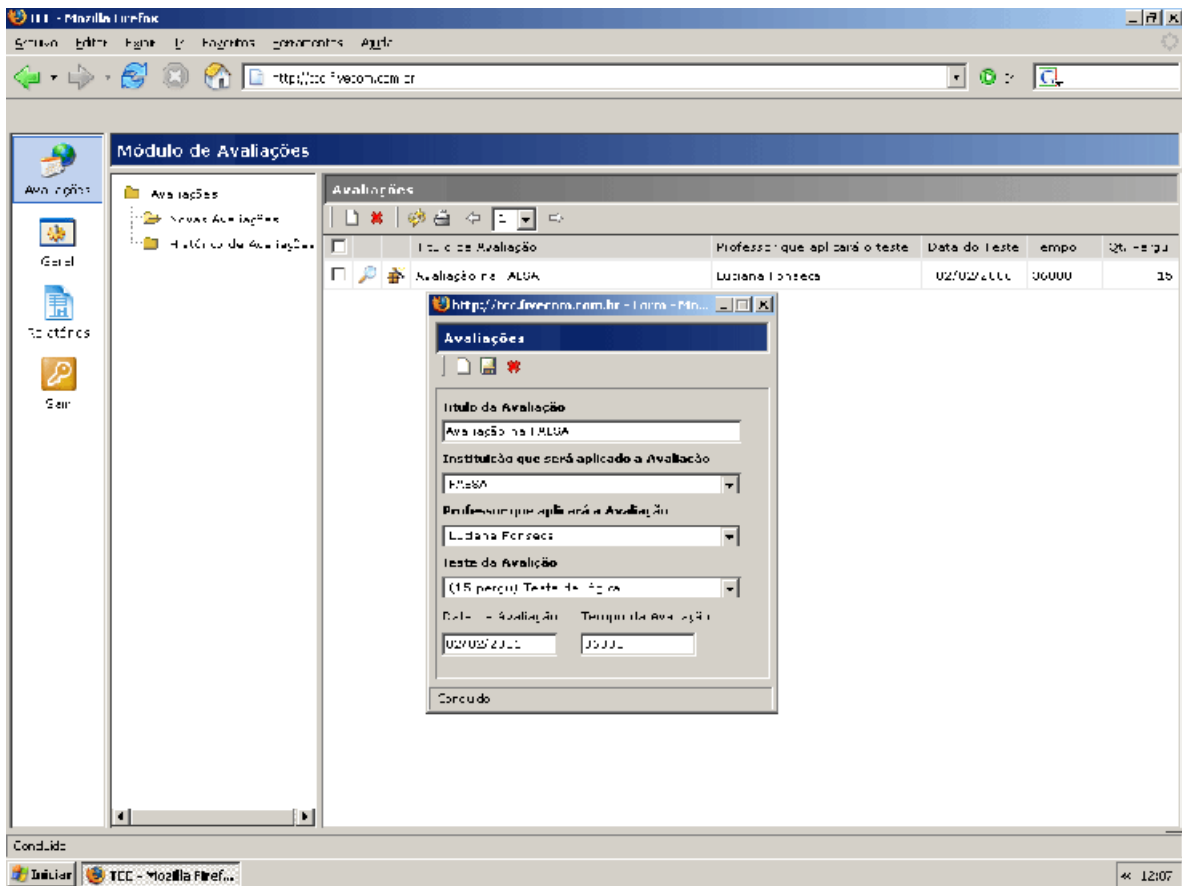


FIGURA 67 – Página de Cadastro das Avaliações

Após o cadastro das avaliações, o professor poderá relacionar os avaliados que já estão cadastrados à avaliação desejada, como demonstrado na Figura 68.

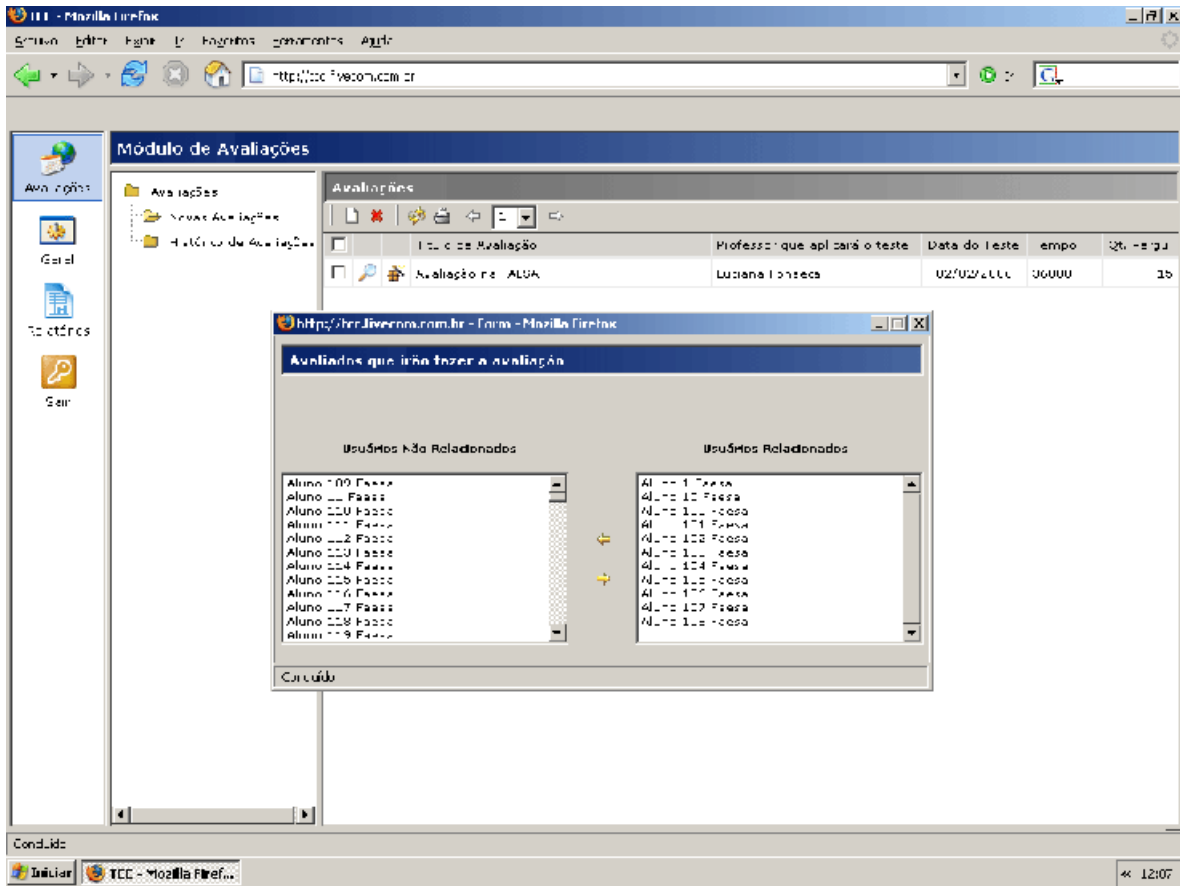


FIGURA 68 – Página de Relacionamento de Alunos com Avaliações

A página mostrada na Figura 69 é a página de Histórico de Avaliações onde o professor poderá consultar as avaliações que foram aplicadas anteriormente.

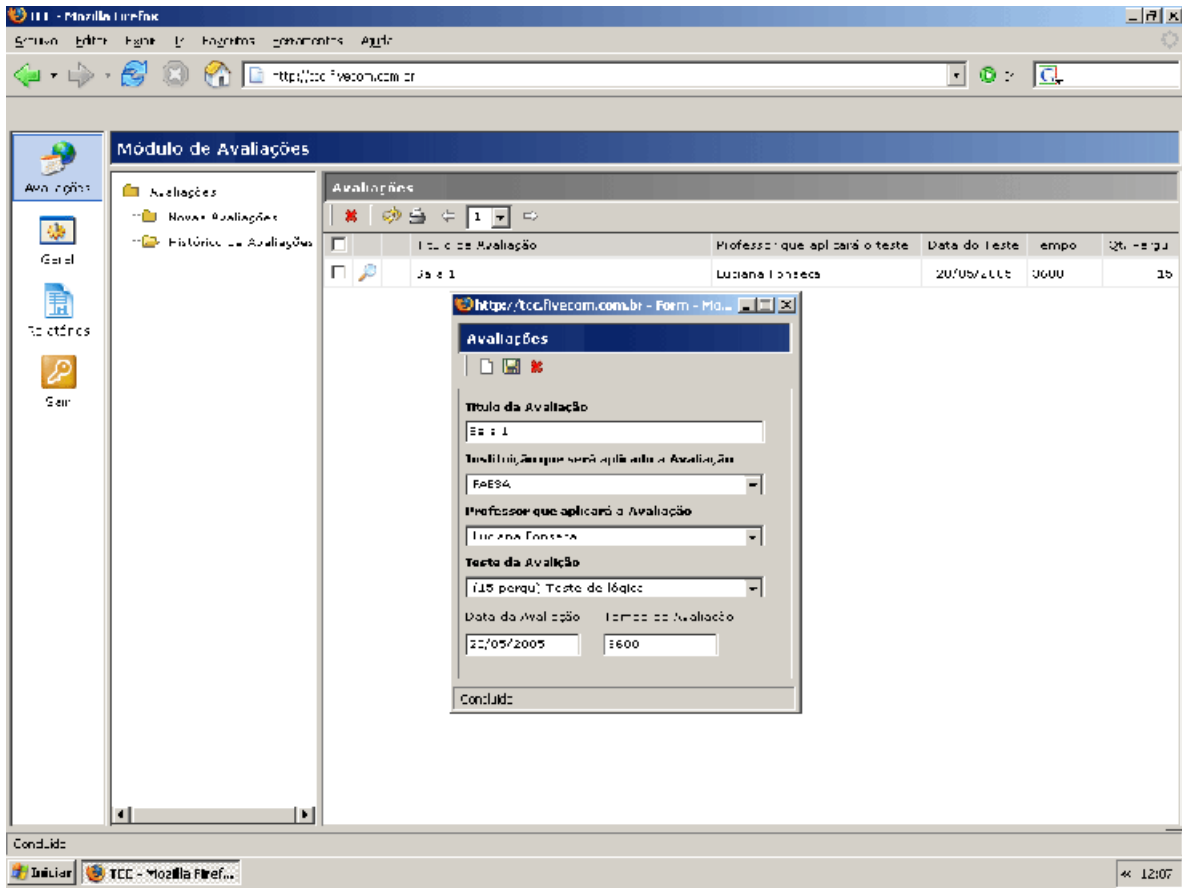


FIGURA 69 – Página de Histórico de Avaliações

No módulo Geral, o professor terá acesso a cadastrar instituição e cadastrar curso, conforme mostrado na Figura 70.

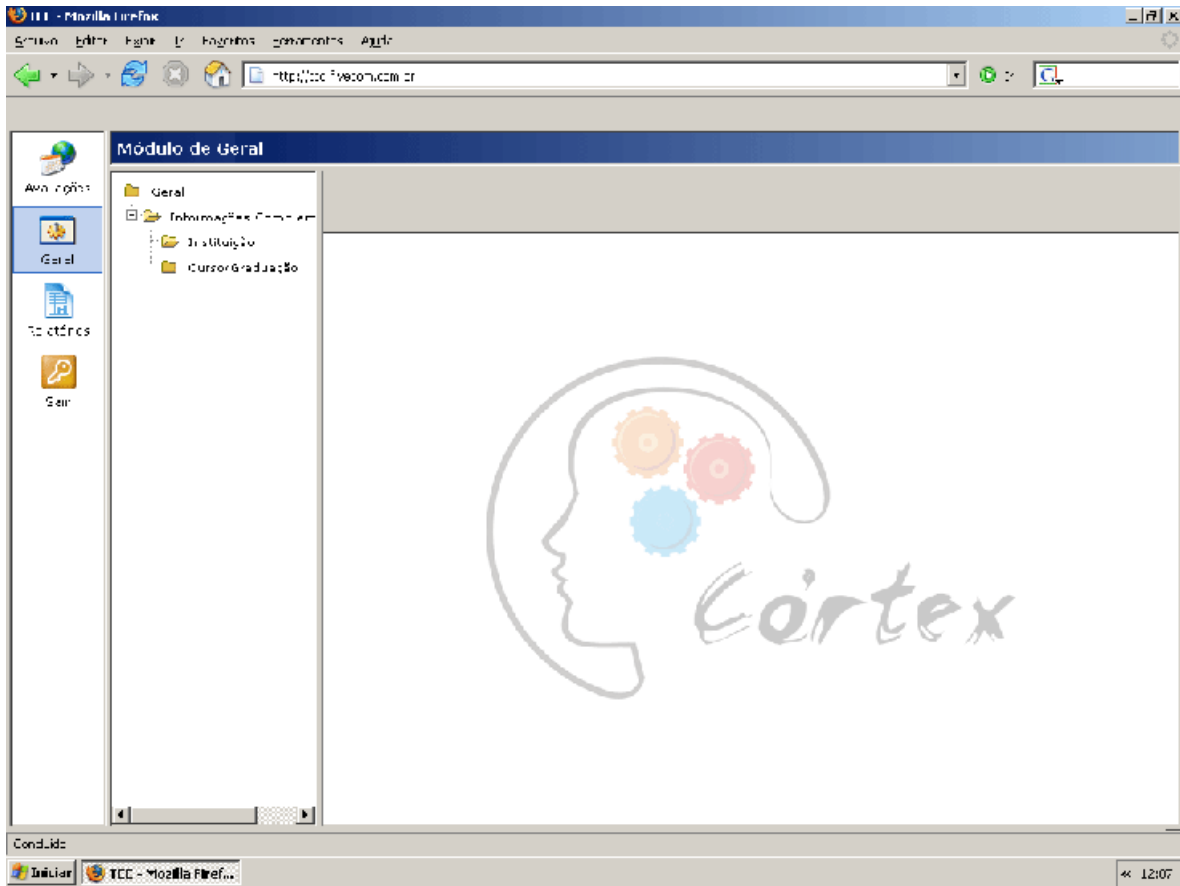


FIGURA 70 – Página do Módulo Geral

A página mostrada na Figura 71 é a página de Instituição onde o especialista irá cadastrar as instituições que serão aplicadas as avaliações. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar o nome da instituição, um e-mail para contato e a url da instituição.

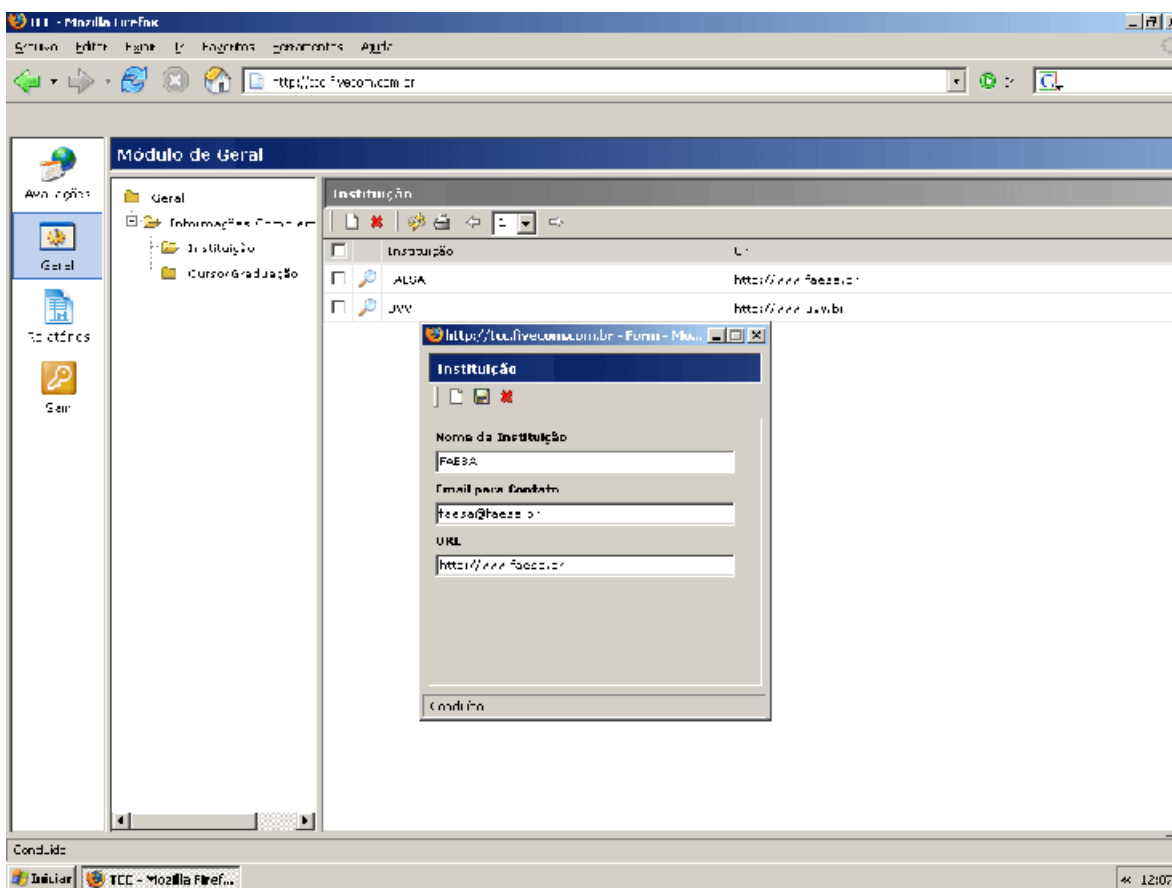


FIGURA 71 – Página de Cadastro da Instituição

A página mostrada na Figura 72 é a página de Curso onde o especialista irá cadastrar os cursos que serão aplicados às avaliações. Para efetuar esse cadastro o especialista deverá informar o curso e quantidade de período.

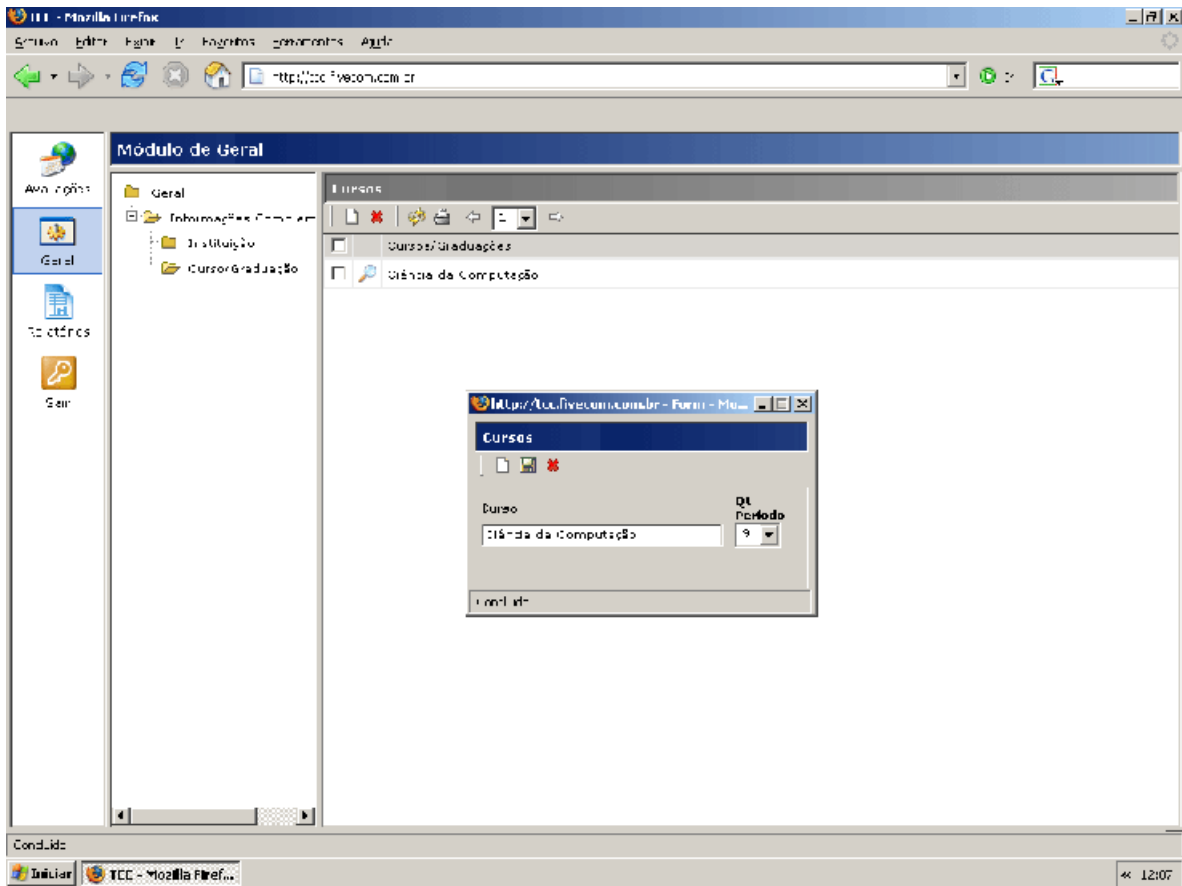


FIGURA 72 – Página de Cadastro da Curso

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foram apresentados o projeto e a implementação do Sistema Especialista CórTEX. O projeto do sistema contemplou o projeto de arquitetura, de interface Web, dos componentes orientados a objeto e do banco de dados, enquanto que a implementação apresentou as tecnologias e linguagens utilizadas, as restrições de implementação, a instalação e funcionamento do sistema e a descrição das telas do mesmo.

6 TESTES E RESULTADOS

Os testes³ para avaliação das habilidades matemáticas foram aplicados em 83 alunos de Ciência da Computação da FAESA. Foram utilizados os laboratórios de informática da faculdade para esse fim, onde cada um recebeu um usuário e senha de acesso ao Sistema CórteX, que foi disponibilizado na Internet no endereço <http://tcc.fivecom.com.br>.

O estudo englobou alunos do 1º ao 9º período que não foram identificados por ainda se tratar de uma coleta de dados inicial unicamente para testagem do sistema, pois ainda era necessário verificar se o Sistema CórteX atenderia aos anseios da pesquisa e se seria preciso ajustá-lo.

A Figura 73 indica a distribuição de alunos por período que participaram da testagem. Vale ressaltar a dificuldade em ter-se um número maior de alunos participando, devido a problemas de diferentes ordens: difícil acesso físico aos laboratórios, o link de internet não suportou a quantidade elevada de acessos simultâneos ao sistema, interrupção das aulas por motivos externos a faculdade, dentre outros.

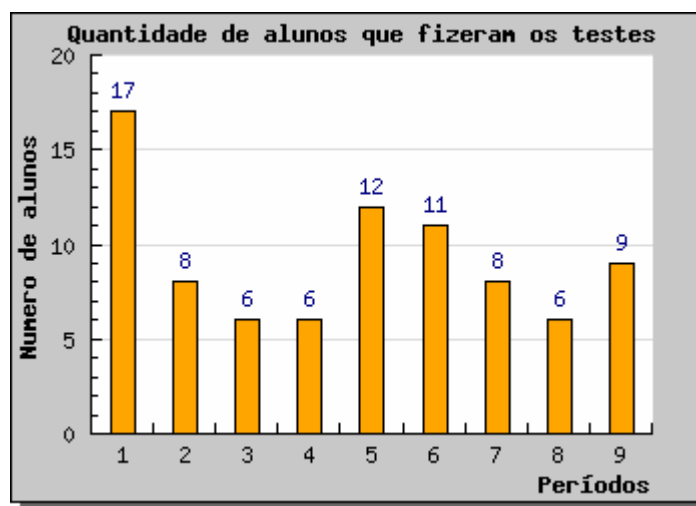


FIGURA 73: Quantidade de alunos que participaram do teste
Fonte: SISTEMA CÓRTEX

³ As questões utilizadas no Sistema CórteX estão disponíveis no Anexo B.

A análise do teste foi dividida sob enfoque de três etapas do pensamento matemático: obtenção da informação, processamento da informação e retenção da informação. Porém, nem todos os componentes dessas categorias foram contemplados, pois o teste limitou-se a analisar a percepção (interpretação de um problema), o raciocínio lógico e a memória matemática, respectivamente em cada etapa do pensamento.


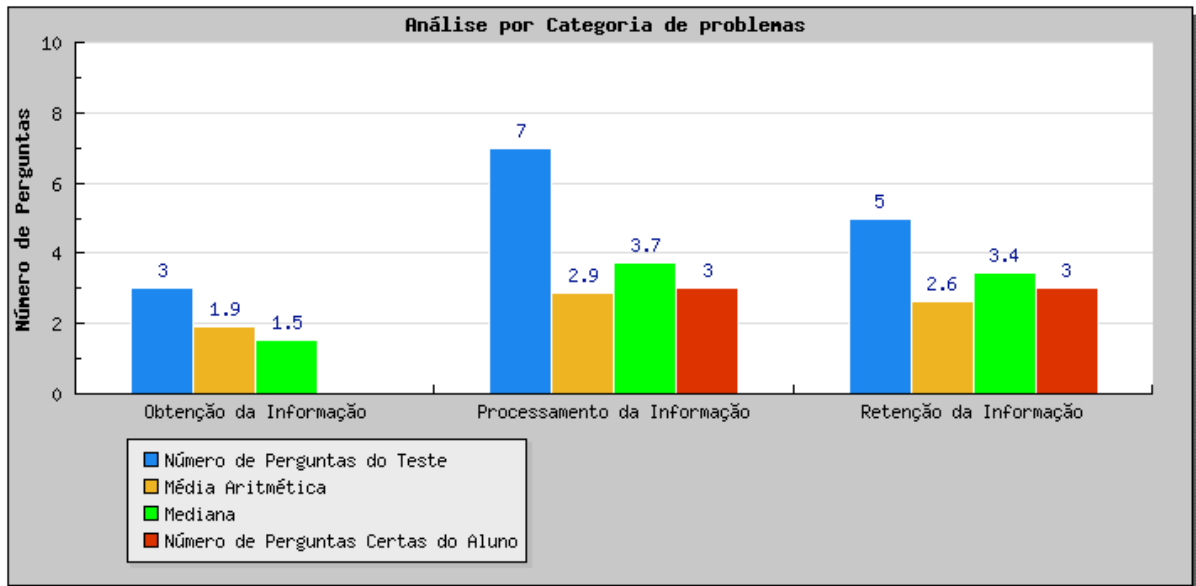
O tempo foi também uma variável estudada por Krutetskii (1976) para analisar as habilidades dos alunos. O Sistema Córtex, apesar de armazenar o tempo gasto na resolução de cada item, não contemplou a análise dessa variável na testagem, porém o professor/especialista poderá fazer uso de mais essa ferramenta de análise.

Resultados Individuais dos Alunos

Como é de responsabilidade do professor/especialista analisar o resultado obtido das avaliações para inferência sobre a habilidade dos alunos, o Sistema Córtex gera um gráfico mais detalhado contendo o número de perguntas do teste, as variáveis estatísticas média aritmética⁴ e mediana⁵ e o número de questões corretas do aluno, conforme ilustrado na Figura 74.






⁴ Razão entre o somatório de todos os dados e o número de dados (FERREIRA & AMARAL, 2001).

⁵ Valor da variável estatística precedido por 50% das observações (FERREIRA & AMARAL, 2001).

☒ **DISPONIBILIZAR A ANÁLISE PARA O ALUNO**
 Salvar Análise


'Obtenção da Informação'






Solução dada pelo Córtex:
Menos Habilidade em Obtenção da Informação

Arial 1 (8 pt) **B I** \times_2 \times^2      <>

Path: [body](#)

'Processamento da Informação'






Solução dada pelo Córtex:
Medianamente Habilidade em Obtenção da Informação

Arial 1 (8 pt) **B I** \times_2 \times^2      <>

Path: [body](#)

'Retenção da Informação'

Solução dada pelo Córtex:
Medianamente Habilidade em Processamento da Informação

Arial 1 (8 pt) **B I** \times_2 \times^2      <>

Path: [body](#)

FIGURA 74: Análise dos Alunos divididos por Categoria de Problemas
 Fonte: SISTEMA CÓRTEX

A fim de nomear as habilidades matemáticas dos alunos em três classificações - **menos habilidoso**, **medianamente habilidoso** e **mais habilidoso** - foram utilizadas a média aritmética e a mediana como referência para delimitação dos intervalos. A escolha por essas duas medidas de tendência central, se deu pelo fato da média aritmética isoladamente ser tendenciosa, ou seja, caso um período apresentasse o número de acertos de questões muito discrepante, a média aritmética tenderia fortemente para um dos lados, mascarando o resultado. A mediana por estar sempre entre a moda⁶ e a média aritmética em distribuições unimodais, minimiza o efeito tendencioso causado por elas. Foi descartado o uso da moda por ter a possibilidade de alguns períodos apresentarem resultados multimodais. O quadro 3 sintetiza as classificações citadas acima.

Regras para a Classificação	Classificação das Habilidades
$((RC > MA) \text{ e } (RC > Md))$	Mais habilidoso em uma determinada categoria
$((RC < MA) \text{ e } (RC < Md))$	Menos habilidoso em uma determinada categoria
$((RC \geq MA) \text{ e } (RC \leq Md))$ ou $((RC \leq MA) \text{ e } (RC \geq Md))$	Medianamente habilidoso em uma determinada categoria
<u>Legenda:</u> Md = Mediana MA = Média Aritmética RC = Respostas Certas do Aluno	

QUADRO 3 : Representação da Classificação das Habilidades

Resultados dos Alunos em Relação ao Período e Curso

O Sistema CórteX disponibiliza um conjunto de gráficos que permitem situar o aluno em relação ao período a que pertence e em relação ao curso em geral. Além disso, compara os resultados entre períodos apresentando as respectivas dispersões e concentrações de dados.

Após a coleta de dados, o sistema calcula as médias aritméticas, medianas, quartis⁷ e o desvio padrão⁸ por período que são utilizados na composição dos gráficos.

⁶ Valor mais freqüente em uma base de dados.

⁷ Os quartis separam 25%, 50% e 75% da base de dados.

Além disso, o sistema gera a reta de regressão linear do número de questões por período conforme pode ser visto na Figura 75. Para o conjunto de alunos por período avaliados a reta de regressão indica haver progressos na habilidade matemática ao longo do curso.

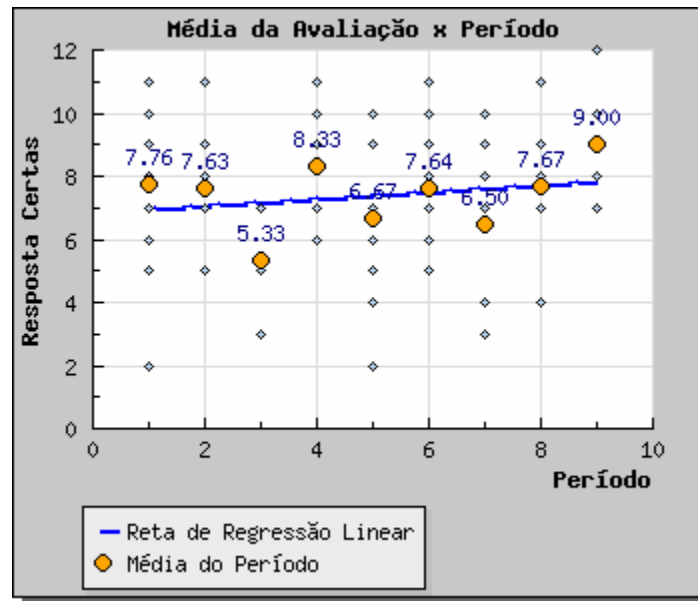


FIGURA 75: Reta de Regressão Linear
Fonte: SISTEMA CÓRTEX

O gráfico de Box Plot, ilustrado na Figura 76, revelou que o maior desempenho foi obtido pelo 9º período, ao contrário do 3º período que apresentou o menor rendimento. Em termos de dispersão, houve maior discrepância de acertos de questões no 1º período, o que leva a refletir sobre o fato de alunos ingressarem na Ciência da Computação com alta habilidade em detrimento de outros. Essa mesma análise reforça a idéia do uso do CórTEX pelo professor/especialista logo no 1º período, buscando subsidiar ao aluno a possibilidade de desenvolvimento de sua habilidade matemática prematuramente, evitando, possivelmente, a evasão.

Uma outra análise que o Sistema CórTEX pode revelar, é a discreta evolução de certos alunos, ao observar-se a alta discrepância dos dados no 5º período, revelando

⁸ Estuda a dispersão dos dados em questão.

possivelmente pouca inferência do curso na evolução de sua aprendizagem ou por outras influencias negativas ligadas ao aluno (familiares, saúde, financeiras, etc).

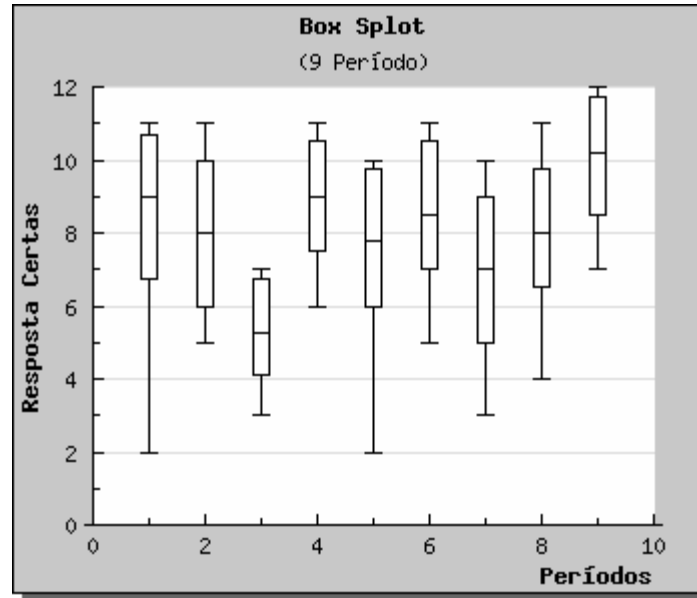


FIGURA 76: Gráfico Box Splot
Fonte: SISTEMA CÓRTEX

O histograma é um outro gráfico disponibilizado pelo CórTEX que pode revelar a concentração de alunos em um dado intervalo mensurado pelo número de acertos de questões. Isso indicaria ao professor/especialista quais períodos teriam urgência de uma ação diretiva. As Figuras 77 e 78 ilustram o desempenho do 3º e 9º períodos.

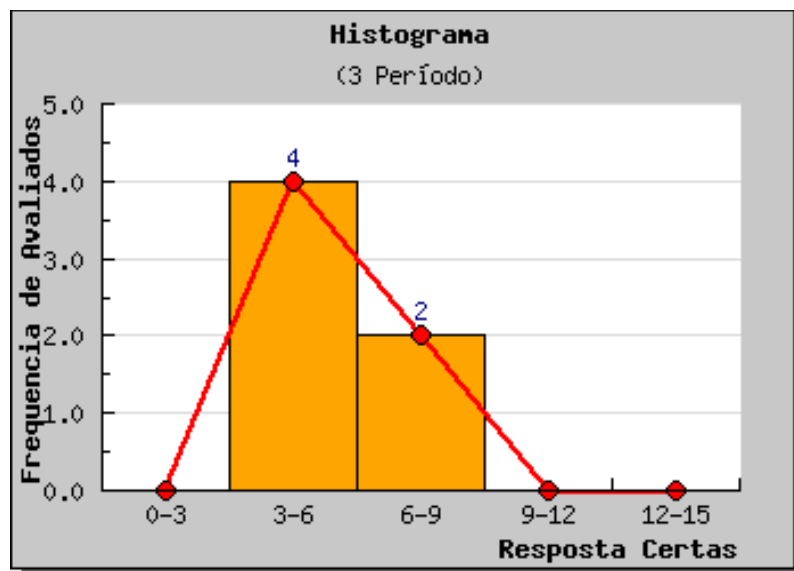


FIGURA 77 – Histograma do 3º Período
Fonte: SISTEMA CÔRTEX

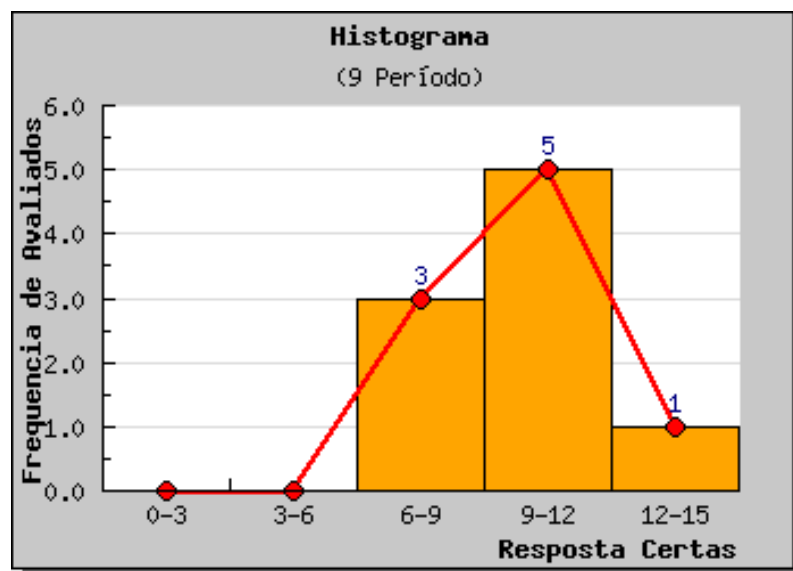


FIGURA 78 – Histograma do 9º Período
Fonte: SISTEMA CÔRTEX

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Neste capítulo foi contemplada a análise dos resultados obtidos, proporcionando ao professor/especialista inferir sobre as habilidades matemáticas desenvolvidas nos alunos avaliados.

7 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Matemática ocupa lugar especial na formação de profissionais que atuam nas áreas tecnológicas, pois fornece suporte teórico para implementação e construção do conjunto de conhecimentos necessários para desenvolvimento das atividades desempenhadas por eles. Em especial, a graduação em Ciência da Computação requer um grau de compreensão e domínio de objetos matemáticos intenso, já que as tarefas lógicas que são executadas necessitam de um raciocínio lógico-matemático desenvolvido em nível elevado. Apesar dessas exigências, ainda encontram-se alunos com dificuldades de aprendizagem ao cursarem disciplinas matemáticas, implicando muitas vezes em reprovação ou abandono do curso. Para investigação desse panorama, foram utilizados conhecimentos nas áreas de Psicologia Cognitiva e Inteligência Artificial, que proporcionaram representar computacionalmente o entendimento de variáveis psicológicas envolvidas na resolução de problemas matemáticos.

O desenvolvimento do Sistema Especialista Córtex para avaliação das habilidades matemáticas, propiciou a análise dos alunos das Faculdades Integradas Espírito-santenses apontando as áreas específicas do problema educacional, permitindo que o avaliador tome decisões baseando-se nos resultados obtidos.

Durante o desenvolvimento do Córtex, foi constatada a necessidade de, em uma próxima etapa desse trabalho, modificar a estrutura de representação do conhecimento adquirido, construindo-se uma Base de Conhecimento, onde ficariam armazenados todo o conhecimento do especialista, e um Motor de Inferência, para interpretação dos dados, tornando assim, o sistema um pouco “mais inteligente”.

Apesar de não estar contemplado neste trabalho, o sistema suporta ampliações das análises em outros níveis como no tempo de resolução dos problemas, na classificação dos alunos por série e nos histogramas divididos por categoria. Além disso, o Córtex pode ser aplicado em outros contextos fora do âmbito da Ciência da Computação devido a possibilidade do cadastramento de novos cursos e instituições.

O uso do software mostrou-se viável, pois possibilitou aos professores/especialistas inferir sobre as habilidades dos alunos com maior chance de sucesso, uma vez que por meio das avaliações, pode-se identificar e diagnosticar o nível de desenvolvimento das habilidades matemáticas apresentadas por cada um deles.

8 REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, M. A. **Introdução ao PHP**. Disponível em <<http://criarweb.com/artigos/202.php?manual=13>>. Acesso em: 15 de Abril de 2005.
- ALVES, E.V. **Um Estudo Exploratório dos Componentes da Habilidade Matemática Requeridos na Solução de Problemas Aritméticos por Estudantes do Ensino Médio**. 1999.186f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Unicamp, Campinas, São Paulo.
- BARR, A.; COEN P. R.; FEIGENBAUM, E. A. **The Handbook of Artificial Intelligence**. Volume IV. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- BITTENCOURT, G. **Inteligência Artificial: Ferramentas e Teorias**. 2ª Ed. Santa Catarina: Ed. da UFSC, 2001.
- BOOCH, G.; JACOBSON, I.; RUMBAUGH, J. **UML: Guia do usuário**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- COAD, P.; YOURDON, E. **Projeto baseado em objetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- DUBOIS, P. Manual de Referência do MySQL. Disponível em: <http://dev.mysql.com/doc/mysql/pt/index.html>. Acesso em : 30 de Março de 2005.
- FERREIRA, M.A.M.; AMARAL, I. **Probabilidades e Estatística - Formulário**. 5ª Ed. Lisboa: Sílabo, 2001.
- FILHO, R.N.L.; PINTO, T.E. **Adotando objetos distribuídos para desenvolvimento de sistemas na Web**. 2003. 105f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Ciência da Computação, Faculdades Integradas Espírito-Santenses, Vitória.
- FURLAN, J. D. **Modelagem de Objetos através da UML**. São Paulo: Makron, 1998.
- JACKSON, P. **Introduction to Expert Systems**. 3ª Ed. Nova York: Addison-Wesley, 1999.
- KRUTETSKII, V.A. **The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren**. Chicago: The University of Chicago Press.

LA TAILLE, Y. D. **Ensaio sobre o Lugar do Computador na Educação**. São Paulo: Iglu, 1990.

LEVINE, R.I.; DRANG, D.E.; EDELSON B. **Inteligência Artificial e Sistemas Especialistas**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

MAGELA, R. **Produzindo Software Orientado a Objetos: Projeto**. Rio de Janeiro: Imprinta, 1998.

PRESSMAN, R. S.; **Software Engineering: A Practioner's Approach**. 5ª ed. New York: MacGraw-Hill, 2000.

PRESSMAN, R. S.; **Engenharia de Software**. 5ª Ed. Rio de Janeiro: MacGraw-Hill, 2002.

REZENDE, S. O. **Sistemas inteligentes: Fundamentos e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2003.

STAIR, R.M. **Princípios de Sistemas de Informação: Uma abordagem gerencial**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

STERNBERQ, R. J. **Psicologia Cognitiva**. São Paulo: Artmed, 2000.

SCHILD, H. **Inteligência Artificial utilizando C**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

THAGARD, P. **Mente: Introdução à Ciência Cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXOS

ANEXO A – Organização do sistema de problemas experimentais utilizado por Krutetskii(1976)

Categoria	Grupo	Série		Código	Designação do Teste	Proposta Básica	Proposta Secundária
		Nº	Nome				
Conjunto de Informações	Percepção (interpretação de um problema)	I	Problemas sem perguntas	A	Aritmética	Percepção das relações e fatos concretos em um problema	
				B	Algébrica		
				C	Geométrica		
		II	Problemas com informação incompleta	A	Aritmética		
				B	Geométrica		
		III	Problemas com excesso de informação	A	Aritmético		Memória matemática
				B	Geométrico		
		IV	Problemas com elementos interpenetrantes	A	Geométrico	Percepção (isolamento de elementos geométricos e figuras de segundo plano)	Tipos de habilidade matemática
Processamento de Informação	Generalização	V	Sistemas de problemas de um tipo individual	A	Algébrico	Generalização	Percepção; pensamento resumido no processo de raciocínio
				B	Algébrico		
		VI	Sistemas de problemas de tipos diferentes	A	Aritmético	Generalização	Flexibilidade de pensamento
				B	Aritmético		
				C	Aritmético		
				D	Aritmético		
				E	Aritmético		
				F	Aritmético	Memória matemática; percepção de relações e fatos concretos em um problema	
				G	Geométrico		
		VII	Sistemas de problemas com transformação gradual do concreto para o abstrato	A	Combinado	Generalização (formando generalizações)	Percepção; memória matemática
		VIII	Composição de problemas de um tipo dado	A	Aritmética	Generalização (formando generalizações); percepção (percepção de um problema generalizado)	
				B	Algébrica		
				C	Geométrica		
				D	Lógica		

continua...

Categoria	Grupo	Série		Código	Designação do Teste	Proposta Básica	Proposta Secundária
		Nº	Nome				
Processamento de Informação	Generalização	IX	Problemas de prova	A	Algébrico	Generalização de método de raciocínio; lógica no raciocínio; pensamento resumido no processo de raciocínio	Tipos de habilidade matemática
				B	Algébrico		
				C	Geométrico		
				D	Lógico		
		X	Composição de equações usando os termos de um problema	A	Algébrica	Generalização de método de raciocínio; lógica no raciocínio; pensamento resumido no processo de raciocínio; percepção de relações e fatos concretos em um problema	Flexibilidade de pensamento
		XI	Problemas irrealis/imaginários	A	Combinado	Generalização; percepção de relações e fatos concretos em um problema; memória matemática	
		XII	Formação de concepções artificiais	A	Especial	Generalização de material não-matemático	
				B	Especial		
				C	Especial		
	Flexibilidade de pensamento	XIII	Problemas com muitas soluções	A	Aritmética	Flexibilidade de pensamento; elegância de solução	Pensamento crítico; memória matemática
				B	Algébrica		
				C	Geométrica		
		XIV	Problemas com conteúdos variados	A	Aritmética	Flexibilidade de pensamento	
				B	Algébrica		
				C	Geométrica		
		XV	Problemas de reconstrução de uma operação	A	Aritmético	Flexibilidade de pensamento	Tipos de habilidade matemática
				B	Algébrica		
				C	Algébrica		
				D	Algébrica		
				E	Geométrico		
				F	Geométrico		
				G	Especial		

continua...

Categoria	Grupo	Série		Código	Designação do Teste	Proposta Básica	Proposta Secundária
		Nº	Nome				
Processamento de Informação	Flexibilidade de pensamento	XVI	Problemas sugerindo auto-restrição	A	Combinado	Flexibilidade de pensamento	
	Reversibilidade de Processo Mental	XVII	Problemas diretos e reversos	A	Aritmética	Reversibilidade do processo mental	
				B	Algébrica		
				C	Algébrica		
				D	Geométrica		
	Compreensão, raciocínio, lógica	XVIII	Tarefas heurísticas	A	Aritmética	Lógica no raciocínio; independência de generalização	Pensamento resumido no processo de raciocínio
				B	Algébrica		
				C	Geométrica		
				D	Geométrica		
		XIX	Problemas com compreensão e raciocínio lógico	A	Matemática geral	Lógica no raciocínio; memória matemática; pensamento resumido no processo de raciocínio	
				B	Lógica		
	Compreensão, raciocínio, lógica	XX	Problemas de séries	A	Numérico	Lógica no raciocínio	Percepção de relações; tipos de habilidade matemática
				B	Figura		
		XXI	Sofisma matemático	A	Aritmética	Lógica no raciocínio	Flexibilidade de pensamento; tipos de habilidade matemática
				B	Algébrica		
Retenção da Informação	Memória Matemática	XXII	Problemas com termos difíceis de lembrar	C	Geométrica	Memória matemática; generalização; percepção de relações e fatos concretos em um problema	

continua...

Categoria	Grupo	Série		Código	Designação do Teste	Proposta Básica	Proposta Secundária
		Nº	Nome				
Tipologia	Tipos de Habilidade Matemática	XXIII	Problemas com variados níveis de visualização em sua solução	Vª	Aritmética	Tipos de habilidade matemática	Generalização; pensamento resumido no processo de raciocínio; flexibilidade de pensamento; memória matemática
				A1	Aritmética		
				A2	Aritmética		
				M1	Aritmética		
				M2	Aritmética		
				G	Geométrica		
		XXIV	Problemas com formulações verbais e visuais	A	Algébrica	Tipos de habilidade matemática	Generalização; pensamento resumido no processo de raciocínio; memória matemática
				B	Geométrica		
				C	Geométrica		
		XXV	Problemas relacionados com concepções espaciais	A	Geométrica	Tipos de habilidade matemática	
				B	Geométrica		
				C	Figura		
				D	Figura		
		XXVI	Problemas que expõe correlações entre visual-pictórico e lógico-verbal componentes da atividade intelectual não-matemática	A	Reconhecimento	Tipos de habilidade matemática	
				B	Descrição		

QUADRO 4 : Organização do sistema de problemas experimentais utilizado por Krutetskii

ANEXO B – Questões utilizadas no Teste do Sistema Córtex

Categoria Obtenção da Informação

Todos os marinheiros são republicanos. Assim sendo:

- a) todos os marinheiros não são republicanos.
- b) o conjunto dos republicanos contém o conjunto dos marinheiros⁹.**
- c) o conjunto dos marinheiros contém o conjunto dos republicanos.
- d) todos os republicanos são marinheiros.
- e) nenhum marinheiro é republicano.

Um missionário foi capturado por canibais em uma floresta. Os canibais então fizeram-lhe a seguinte proposta:

- Se fizer uma declaração verdadeira, será cozido com batatas.
- Se fizer uma declaração falsa, será assado na churrasqueira.

Como o missionário usará a lógica, podemos concluir que:

- a) será cozido.
- b) será assado.
- c) não poderá ser cozido nem assado.**
- d) será cozido e assado ao mesmo tempo.
- e) Dirá: "É ruim, heim!!!"

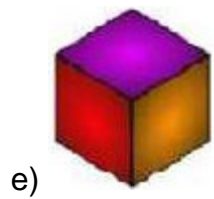
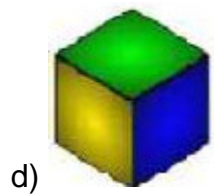
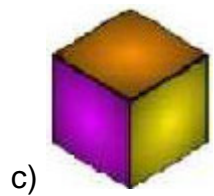
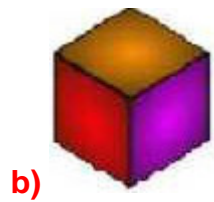
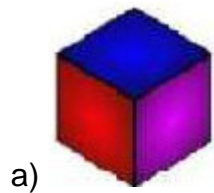
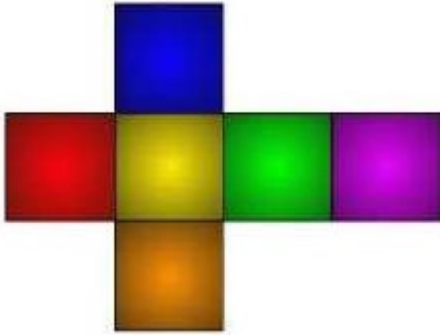
Vinte e cinco tubos de 5 e 8 metros de comprimento foram utilizados em uma distância de 155 metros.

- a) Quantos tubos de cada tipo foram utilizados?**
- b) Que distância foi percorrida pelos tubos?
- c) Quantos tubos no total foram utilizados?
- d) Foram utilizados tubos de 5 e 8 metros?
- e) Outros.

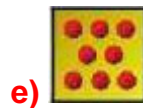
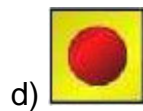
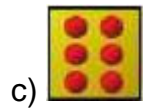
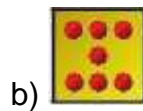
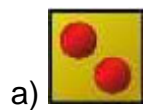
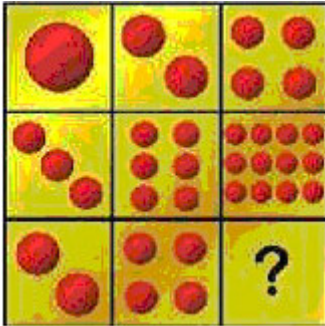
⁹ As respostas em vermelho indicam as respostas corretas de cada exercício.

Categoria Processamento da Informação

Determine qual cubo é possível a partir da figura abaixo:



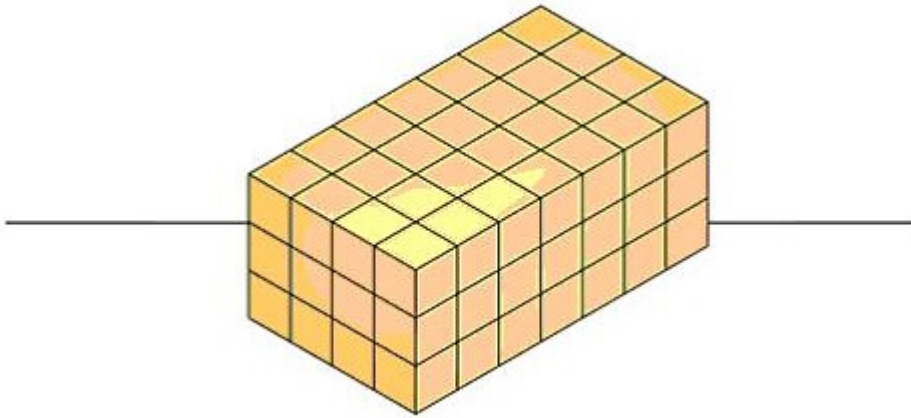
Qual a figura completa a seqüência do quadro abaixo?



Meu pai tem 42 anos de idade. Meu cachorro tem 8. Se fosse um ser humano, a idade do meu cachorro seria 56 anos. Quantos anos teria meu pai se ele fosse cachorro?

- a) 5.
- b) 6.**
- c) 7.
- d) 8.
- e) 9.

Se esse paralelepípedo for desmontado, quantos cubos estarão com uma face pintada?



- a) 48.
- b) 32.
- c) 36.
- d) 24.
- e) 34.**

Numa árvore pousam pássaros. Se pousarem 2 pássaros em cada galho, fica um galho sem pássaros. Se pousar um pássaro em cada galho, fica um pássaro sem galho. O número de pássaros é:

- a) 2.
- b) 3.
- c) 4.**
- d) 5.
- e) 6.

Uma pessoa que gosta somente das pessoas que não gostam de si mesmas:

- a) gosta de si mesma.
- b) não gosta de si mesma.
- c) gosta de alguém.**
- d) não gosta de ninguém.
- e) não existe.

Eu tenho 3 bolas: A, B e C. Pinte uma de vermelho, uma de branco e outra de azul, não necessariamente nesta ordem. Somente uma destas afirmações é verdadeira:

A é vermelha

B não é vermelha

C não é azul

As cores das bolas A, B e C são, respectivamente:

a) branca, vermelha, azul.

b) azul, branca, vermelha.

c) vermelha, branca, azul.

d) branca, azul, vermelha.

e) azul, vermelha, branca.

Categoria Retenção da Informação

Qual o número que completa a sequência: 65536, 256, 16 ...

- a) 4.**
- b) 6.
- c) 2.
- d) 1.
- e) 8.

Em uma classe, há 20 alunos que praticam futebol mas não praticam vôlei e há 8 alunos que praticam vôlei mas não praticam futebol. O total dos que praticam vôlei é 15. Ao todo, existem 17 alunos que não praticam futebol. O número de alunos da classe é:

- a) 30.
- b) 35.
- c) 37.
- d) 42.
- e) 44.**

Qual o número que completa a sequência: 0, 1, 1, 2, 4, 7, 13, 24 ...

- a) 45.
- b) 44.**
- c) 46.
- d) 47.
- e) 48.

Qual o número que completa a sequência: 1, 0, -1, 0 ...

- a) 1.**
- b) 0.
- c) -1.
- d) -2.
- e) 2.

Qual o número que completa a sequência: 3968, 63, 8, 3 ...

- a) -8.
- b) -63.
- c) -2.**
- d) -3968.
- e) -9.

ANEXO C – Casos de Uso do Sistema Proposto

Descrição de Casos de Uso

A Figura 78 mostra o modelo de casos de uso principal do sistema. São quatro os atores que interagem com o sistema proposto:

- **Avaliado:** representa os alunos que serão submetidos aos testes. A única interação desse ator com o sistema proposto é a de responder as perguntas que serão exibidas na página e de consultar o relatório individual que será gerado posteriormente.
- **Professor:** responsável por todo o gerenciamento de aplicação dos testes e análise dos resultados. Após o cadastramento do conhecimento efetuado pelo especialista, o professor será o tutor do sistema, tendo como principais obrigações dar carga dos dados nas tabelas de apoio e acompanhar o processo de avaliação dos alunos.
- **Especialista:** representa o profissional de psicologia cognitiva que contribui com toda a sabedoria do sistema proposto. A função principal desse ator é cadastrar o conhecimento relevante e necessário de um especialista humano para análise e avaliação do raciocínio lógico dos alunos avaliados.
- **Administrador:** responsável por administrar o sistema, cadastrando os usuários e gerenciando o nível de acesso dos mesmos.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Principal

Caso de Uso: Principal

Subcaso de uso: ControlarAvaliacao, CadastrarDadosGerais,
ConsultarRelatoriosAvaliacao e AdministrarSistema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

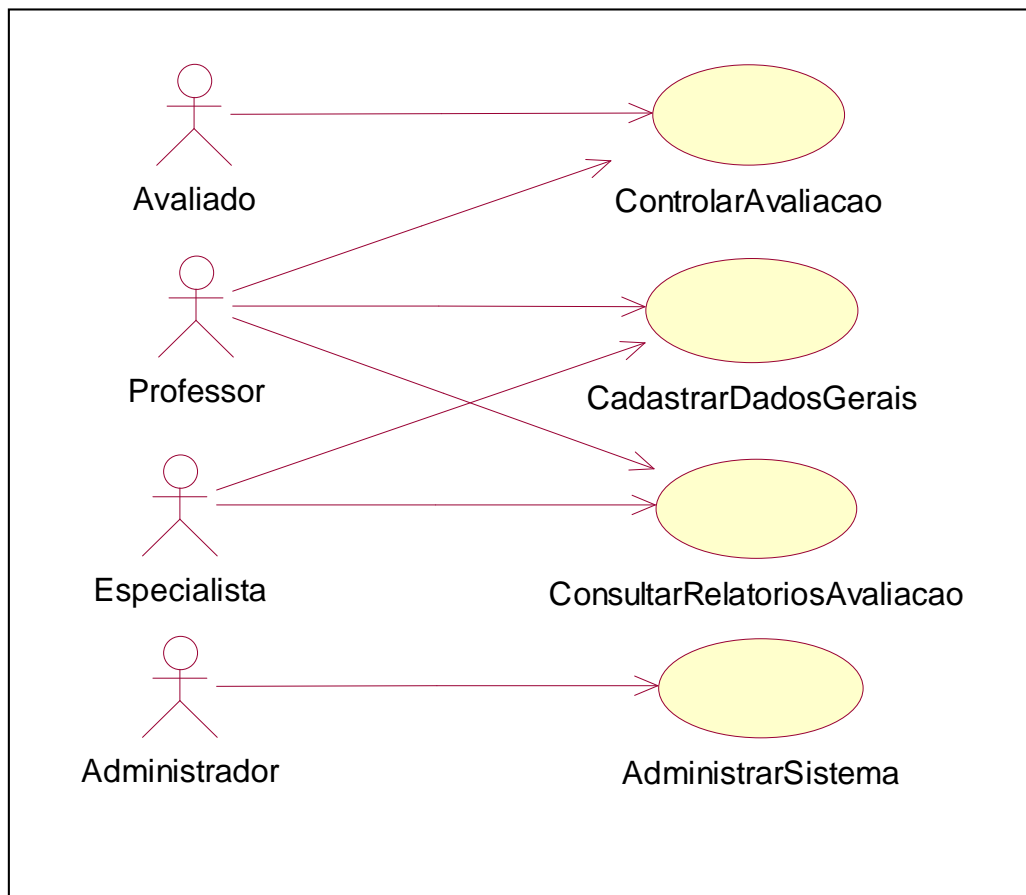


FIGURA 78 - Caso de Uso Principal

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Principal

Caso de Uso: ControlarAvaliacao

Subcaso de uso: PrepararAvaliacao, ResponderTeste e ConsultarRelatorioIndividual

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por gerenciar o processo que envolve o cadastramento e a preparação das avaliações, e a aplicação dos testes, conforme visto na Figura 79.

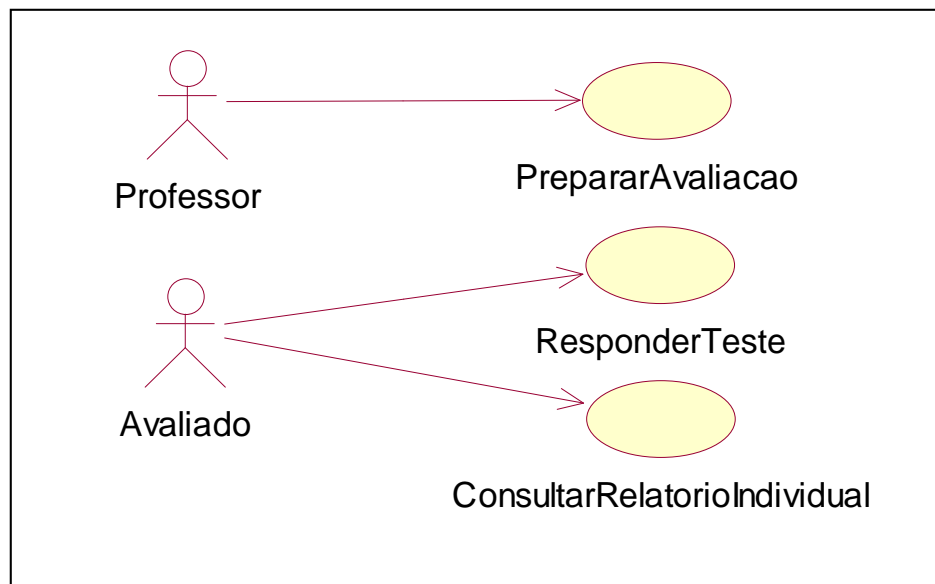


FIGURA 79 - Caso de Uso ControlarAvaliacao

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Principal

Caso de Uso: CadastrarDadosGerais

Subcaso de uso: CadastrarInformacoesComplementares e
CadastrarConhecimento

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso (Figura 80) é responsável pelos cadastros de dados. Dividem-se em dois grupos: cadastro de informações complementares, onde se encontram os registros de cursos e instituições de ensino, e o cadastro de conhecimento, que contém a informação e a experiência do especialista.

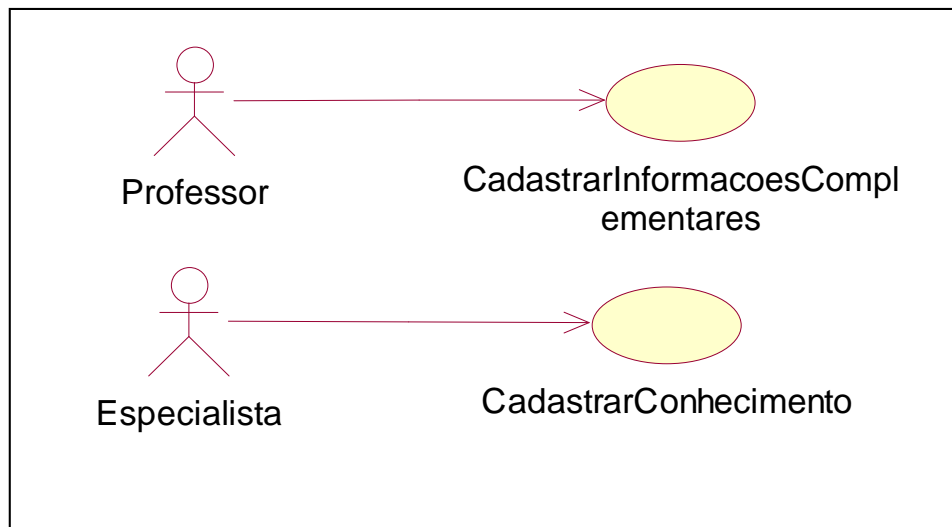


FIGURA 80 - Caso de Uso CadastrarDadosGerais

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Principal

Caso de Uso: ConsultarRelatoriosAvaliacao

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por exibir os relatórios da avaliação. A qualquer momento o professor e/ou especialista terão disponíveis gráficos comparativos que permitirão uma análise mais detalhada sobre os resultados das avaliações. Um exemplo de gráfico gerado é o que exibe a quantidade de respostas certas por período, que permite ao avaliador perceber a evolução de aprendizagem do aluno em função do tempo.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Principal

Caso de Uso: AdministrarSistema

Subcaso de uso: CadastrarAvaliado, CadastrarEspecialista, CadastrarProfessor, CadastrarEndereco, CadastrarBairro, CadastrarCidade, CadastrarTipoUsuario, CadastrarGrupoSistema, CadastrarFuncaoSistema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso tem como objetivo gerenciar a parte operacional do sistema, proporcionando maior segurança e integridade dos dados. Controla o cadastro de usuários e o nível de acesso dos mesmos em cada módulo do sistema, conforme Figura 81.

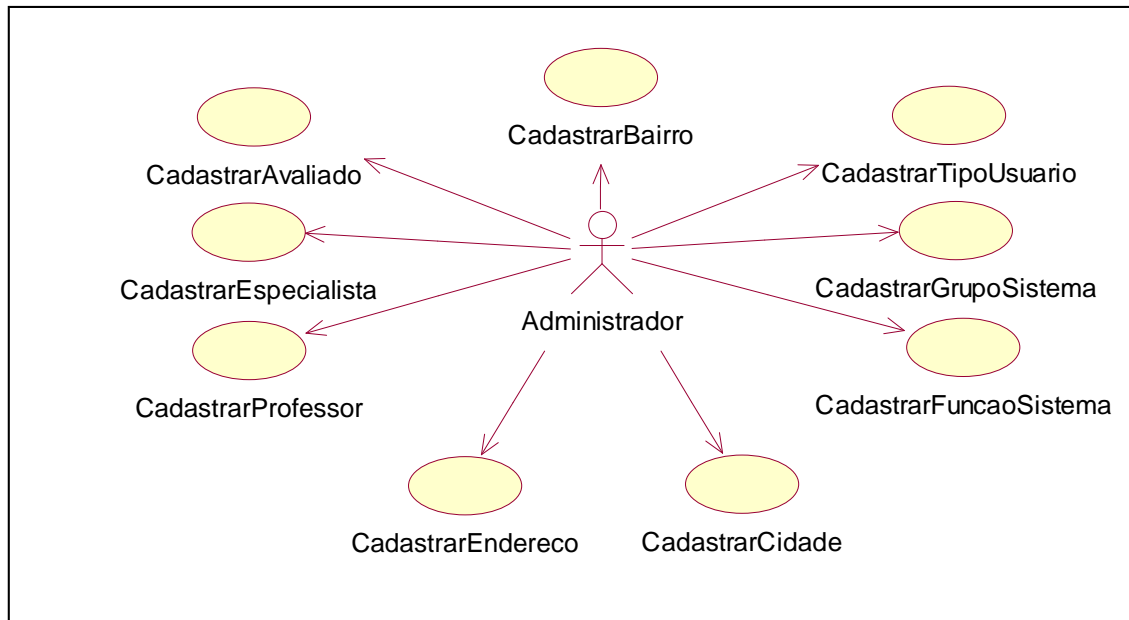


FIGURA 81 - Caso de Uso AdministrarSistema

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso ControlarAvaliacao

Caso de Uso: PrepararAvaliacao

Subcaso de Uso: CadastrarAvaliacao e AssociarAvaliado

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por cadastrar e preparar as avaliações que serão aplicadas (Figura 82). Cada avaliação é formada pela associação de um teste com um grupo de alunos onde cada um responderá às questões individualmente, sem a ajuda do professor.

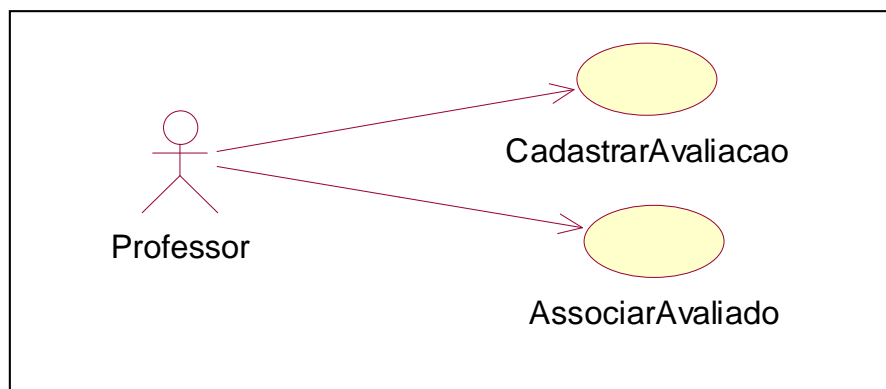


FIGURA 82 - Caso de Uso PrepararAvaliacao

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso ControlarAvaliacao

Caso de Uso: ResponderTeste

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por armazenar todas as respostas dadas pelos avaliados durante o teste. Após a conclusão, será exibido um relatório parcial contendo todas as questões respondidas e indicando se as mesmas estão corretas ou não. Caso estejam incorretas, o sistema exibirá a resposta certa. Se por algum motivo o teste for interrompido, o aluno poderá recomeçar a responder as questões do mesmo ponto onde parou.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso ControlarAvaliação

Caso de Uso: ConsultarRelatorioIndividual

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por exibir um relatório individual dos alunos. Após a análise dos resultados da avaliação, o professor poderá autorizar cada avaliado a consultar seu desempenho perante os avaliados do mesmo período. Nesse relatório, será apresentado um gráfico de colunas contendo a número de questões, a média de acertos dos avaliados do mesmo período e o número de acertos do aluno relacionados a cada categoria de problema de Krutetskii. Além disso, será exibida a análise de desempenho do avaliado perante cada categoria e comentários do professor.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarDadosGerais

Caso de Uso: CadastrarInformacoesComplementares

Subcaso de uso: CadastrarCurso e CadastrarInstituicao

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável pelo cadastro dos cursos e das instituições de ensino que complementam as informações necessárias para a aplicação das avaliações, conforme demonstrado na Figura 83.

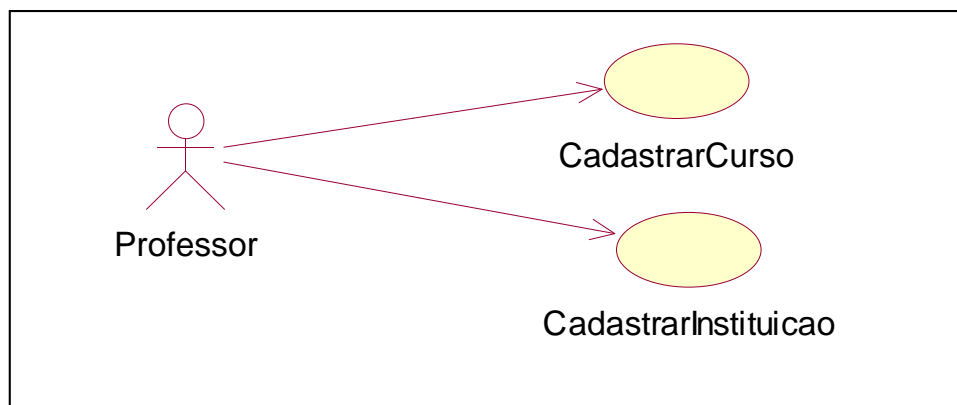


FIGURA 83 – Caso de Uso CadastrarInformacoesComplementares

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarDadosGerais

Caso de Uso: CadastrarConhecimento

Subcaso de uso: CadastrarTipoProblema, CadastrarSerieProblema, CadastrarGrupoProblema, CadastrarCategoriaProblema, CadastrarSolucaoCategoria, CadastrarTeste, CadastrarQuestionario, CadastrarResposta, CadastrarPergunta, CadastrarTipoMidia e CadastrarMidia

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável pelo registro do conhecimento do especialista (Figura 84). Aqui serão descritas a experiência e a especialização necessária para a avaliação dos alunos que farão os testes.

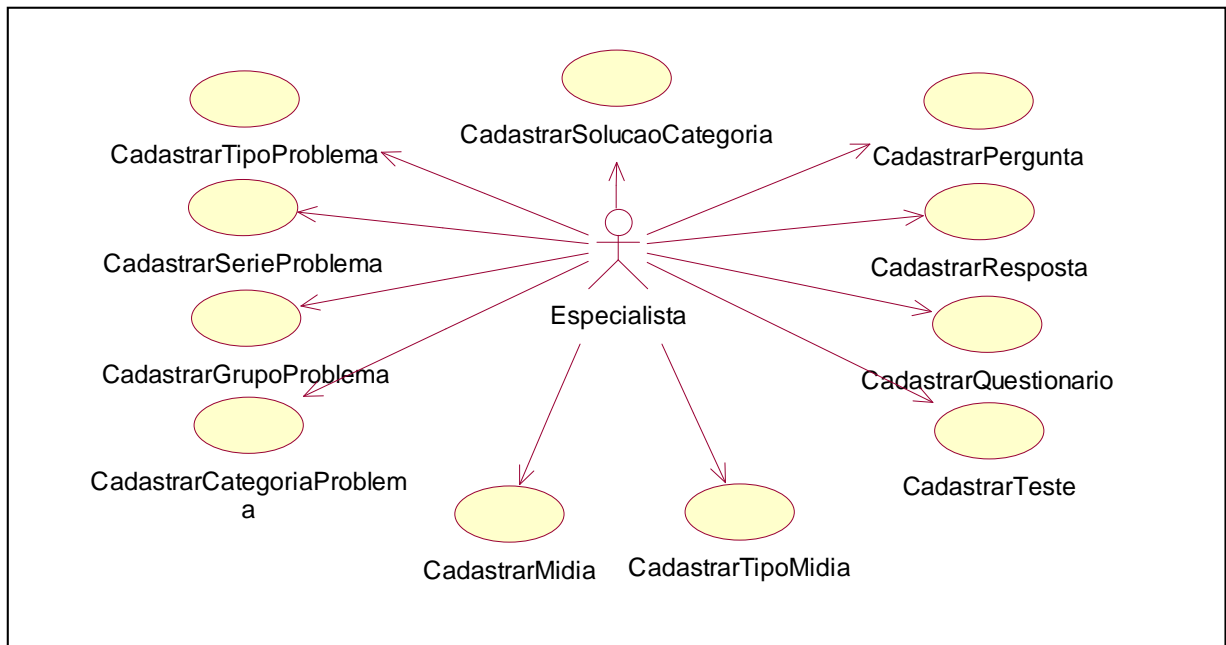


FIGURA 84 - Caso de Uso CadastrarConhecimento

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso AdministrarSistema

Caso de Uso: CadastrarAvaliado

Subcaso de uso: IncluirAvaliado, ExcluirAvaliado, AlterarAvaliado e ConsultarAvaliado

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento dos avaliados. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Avaliado, Excluir Avaliado, Alterar Avaliado e Consultar Avaliado.

Curso Normal :

Inclusão de Avaliados

- O administrador informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha, o ano e o semestre do período do avaliado;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o avaliado.

Exclusão de Avaliados

- O administrador escolhe o avaliado a ser excluído;
- O sistema verifica se o avaliado está associado a algum grupo de sistema;
- O sistema verifica se o avaliado está associado a alguma avaliação;
- O sistema exclui o avaliado.

Alteração de Avaliados

- O administrador escolhe o avaliado a ser alterado;
- O professor informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha, o ano e o semestre do período a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Avaliados

- O administrador seleciona o avaliado a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do avaliado selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Avaliados**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Avaliados

- Se o avaliado estiver associado a algum grupo de sistema, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o avaliado estiver associado a alguma avaliação, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Avaliados

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;

- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso AdministrarSistema

Caso de Uso: CadastrarEspecialista

Subcaso de uso: IncluirEspecialista, ExcluirEspecialista, AlterarEspecialista e ConsultarEspecialista.

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento dos especialistas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Especialista, Excluir Especialista, Alterar Especialista e Consultar Especialista.

Curso Normal :

Inclusão de Especialistas

- O administrador informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha e a descrição do currículo do especialista;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o especialista.

Exclusão de Especialistas

- O administrador escolhe o especialista a ser excluído;
- O sistema verifica se o especialista está associado a algum grupo de sistema;
- O sistema verifica se o especialista está associado a algum questionário;
- O sistema verifica se o especialista está associado a alguma avaliação;
- O sistema verifica se o especialista está associado a alguma solução do avaliado;

- O sistema exclui o especialista.

Alteração de Especialistas

- O administrador escolhe o especialista a ser alterado;
- O professor informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha e a descrição do currículo a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Especialistas

- O administrador seleciona o especialista a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do especialista selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Especialistas

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Especialistas

- Se o especialista estiver associado a algum grupo de sistema, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o especialista estiver associado a algum questionário, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o especialista estiver associado a alguma avaliação, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;

- Se o especialista estiver associado a alguma solução do avaliado, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Especialistas

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: CórteX

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Administrar Sistema

Caso de Uso: Cadastrar Professor

Subcaso de uso: Incluir Professor, Excluir Professor, Alterar Professor e Consultar Professor

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento dos professores. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Professor, Excluir Professor, Alterar Professor e Consultar Professor.

Curso Normal :

Inclusão de Professores

- O administrador informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha e a descrição do currículo do professor;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o professor.

Exclusão de Professores

- O administrador escolhe o professor a ser excluído;
- O sistema verifica se o professor está associado a alguma solução do avaliado;
- O sistema verifica se o professor está associado a algum grupo de sistema;
- O sistema verifica se o professor está associado a algum questionário;
- O sistema verifica se o professor está associado a alguma avaliação;

- O sistema exclui o professor.

Alteração de Professores

- O administrador escolhe o professor a ser alterado;
- O administrador informa o nome, o sobrenome, o email, a data de nascimento, o sexo, o endereço, a senha e a descrição do currículo a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Professores

- O administrador seleciona o professor a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do professor selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Professores

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Professores

- Se o professor estiver associado a alguma solução do avaliado, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o professor estiver associado a algum grupo de sistema, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o professor estiver associado a algum questionário, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;

- Se o professor estiver associado a alguma avaliação, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Professores

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Administrar Sistema

Caso de Uso: Cadastrar Endereco

Subcaso de uso: Incluir Endereco, Excluir Endereco, Alterar Endereco e Consultar Endereco

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento dos endereços. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Endereço, Excluir Endereço, Alterar Endereço e Consultar Endereço.

Curso Normal :

Inclusão de Endereços

- O administrador informa o bairro, a descrição, o complemento e o cep do endereço;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o endereço.

Exclusão de Endereços

- O administrador escolhe o endereço a ser excluído;
- O sistema verifica se o endereço está associado a algum usuário;
- O sistema exclui o endereço.

Alteração de Endereços

- O administrador escolhe o endereço a ser alterado;
- O administrador informa o bairro, a descrição, o complemento e o cep a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Endereços

- O administrador seleciona o endereço a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do endereço selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Endereços**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Endereços

- Se o endereço estiver associado a algum usuário, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Endereços

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Administrar Sistema

Caso de Uso: Cadastrar Bairro

Subcaso de uso: Incluir Bairro, Excluir Bairro, Alterar Bairro e Consultar Bairro

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento dos bairros. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Bairro, Excluir Bairro, Alterar Bairro e Consultar Bairro.

Curso Normal :

Inclusão de Bairros

- O administrador informa o nome da cidade e do bairro;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o bairro.

Exclusão de Bairros

- O administrador escolhe o bairro a ser excluído;
- O sistema verifica se o bairro está associado a algum endereço;
- O sistema exclui o bairro.

Alteração de Bairros

- O administrador escolhe o bairro a ser alterado;
- O administrador informa o nome da cidade e do bairro a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Bairros

- O administrador seleciona o bairro a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do bairro selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Bairros**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Bairros

- Se o bairro estiver associado a algum endereço, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Bairros

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso AdministrarSistema

Caso de Uso: CadastrarCidade

Subcaso de uso: IncluirCidade, ExcluirCidade, AlterarCidade e ConsultarCidade

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento das cidades. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Cidade, Excluir Cidade, Alterar Cidade e Consultar Cidade.

Curso Normal :

Inclusão de Cidades

- O administrador informa o nome do estado e da cidade;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a cidade.

Exclusão de Cidades

- O administrador escolhe a cidade a ser excluída;
- O sistema verifica se a cidade está associada a algum bairro;
- O sistema exclui a cidade.

Alteração de Cidades

- O administrador escolhe a cidade a ser alterada;
- O administrador informa o nome do estado e o nome da cidade a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Cidades

- O administrador seleciona a cidade a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da cidade selecionada.

Curso Alternativo:**Inclusão de Cidades**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Cidades

- Se a cidade estiver associada a algum bairro, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Cidades

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso Administrar Sistema

Caso de Uso: CadastrarTipoUsuario

Subcaso de uso: IncluirTipoUsuario, ExcluirTipoUsuario, AlterarTipoUsuario e ConsultarTipoUsuario

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento de tipo de usuário. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Tipo Usuário, Excluir Tipo Usuário, Alterar Tipo Usuário e Consultar Tipo Usuário.

Curso Normal :

Inclusão de Tipo Usuário

- O administrador informa a descrição do tipo de usuário;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o tipo de usuário.

Exclusão de Tipo Usuário

- O administrador escolhe o tipo de usuário a ser excluído;
- O sistema verifica se o tipo de usuário está associado a algum usuário;
- O sistema exclui o tipo de usuário.

Alteração de Tipo Usuário

- O administrador escolhe o tipo de usuário a ser alterado;
- O administrador informa a descrição a ser alterada;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Tipo Usuário

- O administrador seleciona o tipo de usuário a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do tipo de usuário selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Tipo Usuário**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Tipo Usuário

- Se o tipo de usuário estiver associado a algum usuário, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Tipo Usuário

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso AdministrarSistema

Caso de Uso: CadastrarGrupoSistema

Subcaso de uso: IncluirGrupoSistema, ExcluirGrupoSistema, AlterarGrupoSistema e ConsultarGrupoSistema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento de grupos do sistema. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Grupos Sistema, Excluir Grupos Sistema, Alterar Grupos Sistema e Consultar Grupos Sistema.

Curso Normal :

Inclusão de Grupos Sistema

- O administrador informa o nome e a descrição do grupo do sistema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o grupo do sistema.

Exclusão de Grupos Sistema

- O administrador escolhe o grupo do sistema a ser excluído;
- O sistema verifica se o grupo do sistema está associado a algum usuário;
- O sistema verifica se o grupo do sistema está associado a alguma função;
- O sistema exclui o grupo do sistema.

Alteração de Grupos Sistema

- O administrador escolhe o grupo do sistema a ser alterado;
- O administrador informa o nome e a descrição a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Grupos Sistema

- O administrador seleciona o grupo do sistema a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do grupo do sistema selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Grupos Sistema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Grupos Sistema

- Se o grupo do sistema estiver associado a algum usuário, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- Se o grupo do sistema estiver associado a alguma função, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Grupos Sistema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso AdministrarSistema

Caso de Uso: CadastrarFuncaoSistema

Subcaso de uso: IncluirFuncaoSistema, ExcluirFuncaoSistema, AlterarFuncaoSistema e ConsultarFuncaoSistema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo administrador ao efetuar o cadastramento das funções do sistema. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Funções Sistema, Excluir Funções Sistema, Alterar Funções Sistema e Consultar Funções Sistema.

Curso Normal :

Inclusão de Funções Sistema

- O administrador informa o nome e a descrição da função do sistema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a função do sistema.

Exclusão de Funções Sistema

- O administrador escolhe a função do sistema a ser excluída;
- O sistema verifica se a função do sistema está associada a algum grupo de sistema;
- O sistema exclui a função do sistema.

Alteração de Funções Sistema

- O administrador escolhe a função do sistema a ser alterada;
- O administrador informa o nome e a descrição da função do sistema a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Funções Sistema

- O administrador seleciona a função do sistema a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da função do sistema selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Funções Sistema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Funções Sistema

- Se a função do sistema estiver associada a algum grupo, o sistema informa ao administrador e impede a exclusão;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Funções Sistema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao administrador e permite a correção;
- O administrador pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso PrepararAvaliacao

Caso de Uso: CadastrarAvaliacao

Subcaso de uso: IncluirAvaliacao, ExcluirAvaliacao, AlterarAvaliacao e ConsultarAvaliacao

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento das avaliações. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Avaliação, Excluir Avaliação, Alterar Avaliação e Consultar Avaliação.

Curso Normal :

Inclusão de Avaliações

- O professor informa a descrição, a data e o tempo da avaliação;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a avaliação.

Exclusão de Avaliações

- O professor escolhe a avaliação a ser excluída;
- O sistema verifica se a avaliação está associada a algum avaliado;
- O sistema exclui a avaliação.

Alteração de Avaliações

- O professor escolhe a avaliação a ser alterada;
- O professor informa a descrição, a data e o tempo da avaliação a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Avaliações

- O professor seleciona a avaliação a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da avaliação selecionada.

Curso Alternativo:**Inclusão de Avaliações**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Avaliações

- Se a avaliação estiver associada a algum usuário, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Avaliações

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso PrepararAvaliacao

Caso de Uso: AssociarAvaliado

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso é responsável por associar os alunos que serão avaliados a um determinado teste.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarInformacoesComplementares

Caso de Uso: CadastrarCurso

Subcaso de uso: IncluirCurso, ExcluirCurso, AlterarCurso e ConsultarCurso

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento dos cursos. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Curso, Excluir Curso, Alterar Curso e Consultar Curso.

Curso Normal :

Inclusão de Cursos

- O professor informa a descrição e a quantidade de períodos do curso;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o curso.

Exclusão de Cursos

- O professor escolhe o curso a ser excluído;
- O sistema verifica se o curso está associado a algum avaliado;
- O sistema verifica se o curso está associado a alguma avaliação do avaliado;
- O sistema exclui o curso.

Alteração de Cursos

- O professor escolhe o curso a ser alterado;
- O professor informa a descrição e a quantidade de períodos do curso a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;

- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Cursos

- O professor seleciona o curso a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do curso selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Cursos

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Cursos

- Se o curso estiver associado a algum usuário, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- Se o curso estiver associado a alguma avaliação do avaliado, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Cursos

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarInformacoesComplementares

Caso de Uso: CadastrarInstituicao

Subcaso de uso: IncluirInstituicao, ExcluirInstituicao, AlterarInstituicao e
ConsultarInstituicao

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento das instituições. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Instituição, Excluir Instituição, Alterar Instituição e Consultar Instituição.

Curso Normal :

Inclusão de Instituições

- O professor informa a razão social, o email e a url da instituição;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a instituição.

Exclusão de Instituições

- O professor escolhe a instituição a ser excluída;
- O sistema verifica se a instituição está associada a algum avaliado;
- O sistema verifica se a instituição está associada a alguma avaliação;
- O sistema exclui a instituição.

Alteração de Instituições

- O professor escolhe a instituição a ser alterada;
- O professor informa a razão social, o email e a url a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;

- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Instituições

- O professor seleciona a instituição a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da instituição selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Instituições

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Instituições

- Se a instituição estiver associada a algum usuário, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- Se a instituição estiver associada a alguma avaliação, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Instituições

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarTipoProblema

Subcaso de uso: IncluirTipoProblema, ExcluirTipoProblema, AlterarTipoProblema e ConsultarTipoProblema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento dos tipos de problema. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Tipo Problema, Excluir Tipo Problema, Alterar Tipo Problema e Consultar Tipo Problema.

Curso Normal :

Inclusão de Tipos de Problema

- O especialista informa a descrição do tipo de problema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o tipo de problema.

Exclusão de Tipos de Problema

- O especialista escolhe o tipo de problema a ser excluído;
- O sistema verifica se o tipo de problema está associado a alguma série de problema;
- O sistema exclui o tipo de problema.

Alteração de Tipos de Problema

- O especialista escolhe o tipo de problema a ser alterado;
- O especialista informa a descrição a ser alterada;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Tipos de Problema

- O especialista seleciona o tipo de problema a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do tipo de problema selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Tipos de Problema**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Tipos de Problema

- Se o tipo de problema estiver associado a alguma série de problema, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Tipos de Problema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarSerieProblema

Subcaso de uso: IncluirSerieProblema, ExcluirSerieProblema, AlterarSerieProblema
e ConsultarSerieProblema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento das séries dos problemas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Série Problema, Excluir Série Problema, Alterar Série Problema e Consultar Série Problema.

Curso Normal :

Inclusão de Séries de Problema

- O especialista informa o número, a descrição, o código, a proposta básica, a proposta secundária, o tipo de problema e o grupo de problema da série de problema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a série de problema.

Exclusão de Séries de Problema

- O especialista escolhe a série de problema a ser excluída;
- O sistema verifica se a série está associada a algum questionário;
- O sistema exclui a série de problema.

Alteração de Séries de Problema

- O especialista escolhe a série de problema a ser alterada;

- O especialista informa o número, a descrição, o código, a proposta básica, a proposta secundária, o tipo de problema e o grupo de problema a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Séries de Problema

- O especialista seleciona a série de problema a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da série de problema selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Séries de Problema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Séries de Problema

- Se a série do problema estiver associado a algum questionário, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Séries de Problema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarGrupoProblema

Subcaso de uso: IncluirGrupoProblema, ExcluirGrupoProblema, AlterarGrupoProblema e ConsultarGrupoProblema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento dos grupos de problemas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Grupo Problema, Excluir Grupo Problema, Alterar Grupo Problema e Consultar Grupo Problema.

Curso Normal :

Inclusão de Grupos de Problema

- O especialista informa o nome e a categoria do problema do grupo de problema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o grupo de problema.

Exclusão de Grupos de Problema

- O especialista escolhe o grupo de problema a ser excluído;
- O sistema verifica se o grupo de problema está associado a alguma série de problema;
- O sistema exclui o tipo de problema.

Alteração de Grupos de Problema

- O especialista escolhe o grupo de problema a ser alterado;
- O especialista informa o nome e a categoria do problema a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Grupos de Problema

- O especialista seleciona o grupo de problema a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do grupo de problema selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Grupos de Problema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Grupos de Problema

- Se o grupo de problema estiver associado a alguma série de problema, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Grupos de Problema

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarCategoriaProblema

Subcaso de uso: IncluirCategoriaProblema, ExcluirCategoriaProblema,
AlterarCategoriaProblema e ConsultarCategoriaProblema

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento das categorias dos problemas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Categoria Problema, Excluir Categoria Problema, Alterar Categoria Problema e Consultar Categoria Problema.

Curso Normal:

Inclusão de Categorias dos Problemas

- O especialista informa a descrição da categoria do problema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a categoria do problema.

Exclusão de Categorias dos Problemas

- O especialista escolhe a categoria do problema a ser excluída;
- O sistema verifica se a categoria do problema está associada a alguma solução da categoria;
- O sistema verifica se a categoria do problema está associada a algum grupo de problema;
- O sistema exclui a categoria do problema.

Alteração de Categorias dos Problemas

- O especialista escolhe a categoria do problema a ser alterada;
- O especialista informa a descrição da categoria do problema a ser alterada;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Categorias dos Problemas

- O especialista seleciona a categoria do problema a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da categoria do problema selecionada.

Curso Alternativo:**Inclusão de Categorias dos Problemas**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Categorias dos Problemas

- Se a categoria do problema estiver associada a alguma solução da categoria, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- Se a categoria do problema estiver associada a algum grupo do problema, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Categorias dos Problemas

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;

- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarSolucaoCategoria

Subcaso de uso: IncluirSolucaoCategoria, ExcluirSolucaoCategoria,
AlterarSolucaoCategoria e ConsultarSolucaoCategoria

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento das soluções das categorias. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Solução Categoria, Excluir Solução Categoria, Alterar Solução Categoria e Consultar Solução Categoria.

Curso Normal :

Inclusão de Soluções das Categorias

- O especialista informa a descrição, o identificador de tipo e a categoria do problema da solução do problema;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a solução da categoria.

Exclusão de Soluções das Categorias

- O especialista escolhe a solução da categoria a ser excluída;
- O sistema verifica se a solução da categoria está associada a alguma solução do avaliado;
- O sistema exclui a solução da categoria.

Alteração de Soluções das Categorias

- O especialista escolhe a solução da categoria a ser alterada;
- O especialista informa a descrição, o identificador de tipo e a categoria do problema a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Soluções das Categorias

- O especialista seleciona a solução da categoria a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da solução da categoria selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Soluções das Categorias

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Soluções das Categorias

- Se a solução da categoria estiver associada a alguma solução do avaliado, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Soluções das Categorias

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarQuestionario

Subcaso de uso: IncluirQuestionario, ExcluirQuestionario, AlterarQuestionario e ConsultarQuestionario

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento dos questionários. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Questionário, Excluir Questionário, Alterar Questionário e Consultar Questionário.

Curso Normal:

Inclusão de Questionários

- O especialista informa a descrição, o status, a série do problema, o teste e o usuário do sistema do questionário;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o questionário.

Exclusão de Questionários

- O especialista escolhe o questionário a ser excluído;
- O sistema verifica se o questionário está associado a alguma pergunta;
- O sistema verifica se questionário está associado a algum teste;
- O sistema exclui o questionário.

Alteração de Questionários

- O especialista escolhe questionário a ser alterado;
- O especialista informa a descrição, o status, a série do problema, o teste e o usuário do sistema do questionário a ser alterado;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Questionários

- O especialista seleciona o questionário a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do questionário selecionado.

Curso Alternativo:**Inclusão de Questionários**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Questionários

- Se o questionário estiver associado a alguma pergunta, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- Se o questionário estiver associado a algum teste, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Questionários

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;

- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarTeste

Subcaso de uso: IncluirTeste, ExcluirTeste AlterarTeste e ConsultarTeste

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento dos testes. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Teste, Excluir Teste, Alterar Teste e Consultar Teste.

Curso Normal :

Inclusão de Teste

- O especialista informa o nome, a descrição, o status e o questionário do teste;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o teste.

Exclusão de Teste

- O especialista escolhe o teste a ser excluído;
- O sistema verifica se o teste está associado a alguma avaliação;
- O sistema verifica se o teste está associado a algum questionário;
- O sistema exclui o teste.

Alteração de Teste

- O especialista escolhe o teste a ser alterado;
- O especialista informa o nome, a descrição, o status e o questionário a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;

- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Teste

- O especialista seleciona o teste a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do teste selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Teste

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Teste

- Se o teste estiver associado a alguma avaliação, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- Se o teste estiver associado a algum questionário, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Teste

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarResposta

Subcaso de uso: IncluirResposta, ExcluirResposta, AlterarResposta e ConsultarResposta

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento das respostas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Resposta, Excluir resposta, Alterar Resposta e Consultar Resposta.

Curso Normal :

Inclusão de Resposta

- O especialista informa a alternativa, a descrição, o peso, o status e a pergunta da resposta;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a resposta.

Exclusão de Resposta

- O especialista escolhe a resposta a ser excluída;
- O sistema verifica se a resposta está associada a alguma resposta do avaliado;
- O sistema exclui a resposta.

Alteração de Resposta

- O especialista escolhe a resposta a ser alterada;
- O especialista informa a alternativa, a descrição, o peso, o status e a pergunta a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Resposta

- O especialista seleciona a resposta a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da resposta selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Resposta

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Resposta

- Se a resposta estiver associada a alguma resposta do avaliado, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Resposta

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarPergunta

Subcaso de uso: IncluirPergunta, ExcluirPergunta, AlterarPergunta e ConsultarPergunta

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo especialista ao efetuar o cadastramento das perguntas. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Pergunta, Excluir Pergunta, Alterar Pergunta e Consultar Pergunta.

Curso Normal :

Inclusão de Pergunta

- O especialista informa a descrição, o nível e o questionário da pergunta;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a pergunta.

Exclusão de Pergunta

- O especialista escolhe a pergunta a ser excluída;
- O sistema verifica se a pergunta está associada a alguma resposta;
- O sistema verifica se a pergunta está associada a alguma avaliação do avaliado;
- O sistema exclui a pergunta.

Alteração de Pergunta

- O especialista escolhe a pergunta a ser alterada;
- O especialista informa a descrição, o nível e o questionário a serem alterados;

- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Pergunta

- O especialista seleciona a pergunta a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da pergunta selecionada.

Curso Alternativo:

Inclusão de Pergunta

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Pergunta

- Se a pergunta estiver associada a alguma resposta, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- Se a pergunta estiver associada a alguma avaliação do avaliado, o sistema informa ao especialista e impede a exclusão;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Pergunta

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao especialista e permite a correção;
- O especialista pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarTipoMidia

Subcaso de uso: IncluirTipoMidia, ExcluirTipoMidia, AlterarTipoMidia e ConsultarTipoMidia

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento dos tipos de mídia. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Tipo Mídia, Excluir Tipo Mídia, Alterar Tipo Mídia e Consultar Tipo Mídia.

Curso Normal :

Inclusão de Tipos Mídia

- O professor informa a descrição, a extensão e o path do tipo de mídia;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui o tipo de mídia.

Exclusão de Tipos Mídia

- O professor escolhe o tipo de mídia a ser excluído;
- O sistema verifica se o tipo de mídia está associado a alguma mídia;
- O sistema exclui o tipo de mídia.

Alteração de Tipos Mídia

- O professor escolhe o tipo de mídia a ser alterado;
- O professor informa a descrição, a extensão e o path a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;

- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Tipos Mídia

- O professor seleciona o tipo de mídia a ser consultado;
- O sistema exibe os dados do tipo de mídia selecionado.

Curso Alternativo:

Inclusão de Tipos Mídia

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Tipos Mídia

- Se o tipo de mídia estiver associado a alguma mídia, o sistema informa ao professor e impede a exclusão;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Tipos Mídia

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Sistema: Córtex

Sub-Sistema: Diagrama de Caso de Uso CadastrarConhecimento

Caso de Uso: CadastrarMidia

Subcaso de uso: IncluirMidia, ExcluirMidia, AlterarMidia e ConsultarMidia

Data: 15/05/2005

Analistas: Diran Marques, Leonardo Nascimento e Thatiana Barros

Este caso de uso descreve o processo a ser executado pelo professor ao efetuar o cadastramento de mídias. Ele é subdividido em quatro cenários: Incluir Mídia, Excluir Mídia, Alterar Mídia e Consultar Mídia.

Curso Normal :

Inclusão de Mídias

- O professor informa o nome e a descrição da mídia;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema inclui a mídia.

Exclusão de Mídias

- O professor escolhe a mídia a ser excluída;
- O sistema exclui a mídia.

Alteração de Mídias

- O professor escolhe a mídia a ser alterada;
- O professor informa o nome e a descrição a serem alterados;
- O sistema verifica se os campos obrigatórios foram preenchidos;
- O sistema altera os atributos que foram informados.

Consulta de Mídias

- O professor seleciona a mídia a ser consultada;
- O sistema exibe os dados da mídia selecionada.

Curso Alternativo:**Inclusão de Mídias**

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.

Exclusão de Mídias

- O professor pode cancelar a execução do caso de uso antes que a ação seja efetivamente solicitada ao sistema.

Alteração de Mídias

- Se houver algum campo obrigatório não preenchido, o sistema informa ao professor e permite a correção;
- O professor pode cancelar a execução do caso de uso, invalidando todas as ações executadas anteriormente ao cancelamento.