

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais,  
A minha irmã,  
A minha orientadora.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela saúde que me foi concedida para realizar esse trabalho.

Agradeço aos meus familiares em especial o mais próximos, minha mãe querida Izabel Cristina José Teixeira Batista, meu pai Mário Sergio Batista e a minha irmã Mayra Cristina Teixeira Batista, que me apoiaram e me confortaram nos árduos momentos que enfrentei. Agradeço a eles também pela oportunidade da plena dedicação aos estudos, ajudando com meus custos até conclusão do curso. Ainda na família agradeço à meu primo jornalista Roberto Cesar Teixeira Pereira, que muito me auxiliou e incentivou na elaboração da monografia. E por fim a todos meus familiares, que sempre se interessavam em saber como andava a universidade.

Agradeço a meus queridos amigos de estudos, o famoso grupo "Kakitus", formado por: Marlos Henrique dos Santos (Fofys), Rafael Augusto Ambrósio Rosa (Rafinha, Rafiusk, Rafa), Fernando José Parissenti, esse teve que me agüentar, e muito! mais conhecido como Zé, Fernando Akimoto Tadashi ou só Tadashi, e ao Rafael Feresini ou Xandy mesmo. Agradeço também outros amigos da faculdade que ajudaram nessa caminhada: Henrique Shishido, Igor, Mario, Paulo, Aninha e Jô, e ainda amigos íntimos que sempre me apoiaram e estiveram do meu lado: Mari (namorada do Leo), Leonardo, Luiz Eduardo, Ferdinando, Júnior, Guliver, Galileu, Yoda (Por não me morder), Corisco, Mayra, Roger, Bacalhau. Pessoal, não há palavras para expressar os maravilhosos momentos de descontração e sabedoria que compartilhamos, por tudo isso só quero dizer: OBRI-GADO!

Obrigado ao pessoal das minhas bandas que puderam compreender algumas ausências nos ensaios para a elaboração desse trabalho.

Em especial, gostaria de agradecer aos professores: Guilherme, Thesko, Antônio e Gabriel que puderam compartilhar seus conhecimentos da melhor maneira possível, através da amizade.

Ainda gostaria de agradecer a uma pessoa especial, que colaborou de forma direta para que esse projeto pudesse ser concluído com sucesso, uma pessoa que mais que orientadora ou instrutora, se tornou uma querida amiga e sempre poderá contar comigo. Professora Lígia, para tí, o meu humilde MUITO OBRIGADO.

Enfim obrigado a todos que de forma direta ou indireta colaboraram de alguma forma para o sucesso deste trabalho e para o meu sucesso.

## **EPÍGRAFE**

*“Escolha um trabalho que você ame e não terás que  
trabalhar um único dia em sua vida”*

(Confúcio)

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta um modelo de orientação para usuários de sistemas hipermídia baseado em otimização por colônia de formigas. Mais especificamente, descreve três módulos que compõem esse sistema: computação de feromônio, adaptação e administração, que são responsáveis respectivamente pela coleta de informações pertinentes a navegação do usuário, exibição das sugestões de navegação e administração do sistema. Utiliza como metodologia de desenvolvimento uma adaptação do Processo Unificado, UML para modelagem da ferramenta, linguagem de programação PHP e o paradigma de orientação a objetos.

[Palavras-chave: Hipermídia Adaptativa, Orientação, Otimização por Colônia de Formigas, Navegação Colaborativa]

## **ABSTRACT**

This work presents a model of orientation to users of hypermedia systems based in ant colony optimization. Most specifically, it describes three modules of this system: pheromone computation, adaptation and administration, responsible, respectively, for collects of information referent a user navigation, exhibition of navigation suggestions and system administration. It uses as development methodology a Unified Process adaptation , UML for tool modeling, PHP language and object-oriented programming.

[Key-words: Adaptative Hypermedia, Orientation, Ant Colony Optimization,Collaborative Navigation.]

# **LISTA DE FIGURAS**

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.1  | Exemplo de um ambiente hipertexto.....   | 3  |
| 2.2  | Quantização em redes de informação .....                                       | 7  |
| 3.1  | Formigas em busca de alimento encontram o menor caminho entre alimento e ninho | 10 |
| 3.2  | Sistema hipermédia representado como um grafo.....                             | 13 |
| 4.1  | Arquitetura do modelo proposto.....  | 18 |
| 4.2  | Sistema de gerenciamento dos registros .....                                   | 22 |
| 5.1  | Quantidade de trabalho aplicada em cada workflow nas fases do UP .....         | 23 |
| 5.2  | Levantamento dos atores do sistema .....                                       | 27 |
| 5.3  | Levantamento dos casos de uso do sistema .....                                 | 28 |
| 5.4  | Especificação do caso de uso: AcionarLink .....                                | 29 |
| 5.5  | Especificação do caso de uso: AdministrarGrupos .....                          | 31 |
| 5.6  | Especificação do caso de uso: GerenciarRegistrosDoSistema .....                | 33 |
| 5.7  | Diagrama de casos de uso .....   | 35 |
| 5.8  | Diagrama de seqüência: AcionarLink .....                                       | 40 |
| 5.9  | Diagrama de seqüência: AcrescimoDeFeromonio .....                              | 40 |
| 5.10 | Diagrama de seqüência: AlterarGrupo .....                                      | 41 |
| 5.11 | Diagrama de seqüência: ConsultarPaginasCadastradas .....                       | 42 |
| 5.12 | Diagrama de seqüência: ConsultrarFrequenciaDosGrupos .....                     | 42 |
| 5.13 | Diagrama de seqüência: DeducaoDeFeromonio .....                                | 43 |
| 5.14 | Diagrama de seqüência: EfetuarLogin .....                                      | 43 |
| 5.15 | Diagrama de seqüência: EscolherGrupo .....                                     | 44 |
| 5.16 | Diagrama de seqüência: EscolherTipoDeOrientacao .....                          | 44 |
| 5.17 | Diagrama de seqüência: ExcluirGrupo .....                                      | 45 |
| 5.18 | Diagrama de seqüência: InserirGrupo .....                                      | 46 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 5.19 | Diagrama de seqüência: TrocarGrupo .....                      | 46  |
| 5.20 | Diagrama de classes .....                                     | 47  |
| 5.21 | Pacote <i>SpaceBrain</i> .....                                | 48  |
| 5.22 | Pacote Classes .....  | 49  |
| 5.23 | Pacote Frameworks.....  | 50  |
| 5.24 | Modelo Relacional .....                                       | 51  |
| 5.25 | Diagrama de pacotes .....                                     | 52  |
| 5.26 | Diagrama de implantação.....                                  | 53  |
| 5.27 | Diagrama de componentes .....                                 | 54  |
| 7.1  | Funcionamento de um Neurônio Humano .....                     | 58  |
| 8.1  | Representação do funcionamento do RSS.....                    | 65  |
| 9.1  | Exemplo de grafo gerado pelo subsistema .....                 | 69  |
| 9.2  | Modelo Relacional do Sub-sistema <i>Go! Notícias</i> .....    | 70  |
| 9.3  | Sistema de avaliação .....                                    | 70  |
| 9.4  | Sistema de comentários.....                                   | 71  |
| 10.1 | Representação gráfica da tabela de feromônio inicial .....    | 75  |
| 10.2 | Representação gráfica da última iteração da Tabela 10.6 ..... | 77  |
| 10.3 | Representação gráfica da tabela 10.7 .....                    | 79  |
| 10.4 | Representação gráfica da tabela 10.8 .....                    | 80  |
| 10.5 | Representação gráfica da tabela 10.9 .....                    | 82  |
| 10.6 | Representação gráfica da tabela 10.10 .....                   | 83  |
| 10.7 | Representação gráfica da tabela 10.11 .....                   | 85  |
| 10.8 | Gráfico indicativo com diferença de feromônio .....           | 92  |
| C.1  | Disposição dos grupos de interesse .....                      | 111 |
| C.2  | Disposição objetiva.....                                      | 111 |
| C.3  | Disposição orientada .....                                    | 111 |
| C.4  | Disposição relacionada .....                                  | 111 |

|     |                                     |     |
|-----|-------------------------------------|-----|
| C.5 | Pele roxa .....                     | 111 |
| C.6 | Pele amarela .....                  | 112 |
| C.7 | Sistema em inglês .....             | 112 |
| D.1 | Página principal do subsistema..... | 113 |
| D.2 | Detalhes de uma notícia .....       | 114 |
| D.3 | Modo de Administração .....         | 115 |

## LISTA DE TABELAS

|      |  |    |
|------|--|----|
| 5.1  | Requisitos funcionais .....  | 26 |
| 5.2  | Requisitos não-funcionais .....                                      | 27 |
| 5.3  | Levantamento dos riscos .....  | 28 |
| 5.4  | Especificação do caso de uso: AcionarLink .....                      | 29 |
| 5.5  | Especificação do caso de uso: DeduçãoDeFeromônio .....               | 30 |
| 5.6  | Especificação do caso de uso: AcréscimoDeFeromônio .....             | 30 |
| 5.7  | Especificação do caso de uso: InserirGrupo .....                     | 31 |
| 5.8  | Especificação do caso de uso: AlterarGrupo .....                     | 32 |
| 5.9  | Especificação do caso de uso: RemoverGrupo .....                     | 32 |
| 5.10 | Especificação do caso de uso: FiltrarRegistro .....                  | 33 |
| 5.11 | Especificação do caso de uso: AlterarRegistro .....                  | 34 |
| 5.12 | Especificação do caso de uso: ExcluirRegistro .....                  | 34 |
| 5.13 | Especificação do caso de uso: EscolherGrupo .....                    | 35 |
| 5.14 | Especificação do caso de uso: EscolherTipoDeOrientação .....         | 36 |
| 5.15 | Especificação do caso de uso: TrocarGrupo .....                      | 36 |
| 5.16 | Especificação do caso de uso: ConsultarFreqüenciaDosGrupos .....     | 37 |
| 5.17 | Especificação do caso de uso: ConsultarPáginasCadastradas .....      | 37 |
| 5.18 | Especificação do caso de uso: AlterarTemplate .....                  | 38 |
| 5.19 | Especificação do caso de uso: AlterarParâmetrosAdministrativos ..... | 38 |
| 5.20 | Especificação do caso de uso: EfetuarLogin .....                     | 39 |
| 10.1 | Constantes administrativas utilizadas nas etapas 1 e 2 .....         | 72 |
| 10.2 | Constantes administrativas utilizadas na etapas 3 .....              | 72 |
| 10.3 | Etapa 1: Estado inicial da tabela: grupo .....                       | 73 |
| 10.4 | Etapa 1: Estado inicial da tabela: feromônio .....                   | 74 |

|   |    |
|---|----|
| 10.5 Etapa 1: Estado inicial da tabela: página.....                           | 74 |
| 10.6 Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 1 .....                | 76 |
| 10.7 Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 1 .....                 | 78 |
| 10.8 Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 2 .....                | 79 |
| 10.9 Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 2 .....                 | 81 |
| 10.10Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 3 .....                | 82 |
| 10.11Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 3 .....                 | 84 |
| 10.12Etapa 2: Estado inicial da tabela: grupo .....                           | 86 |
| 10.13Resultados testes do usuário 3 - Navegação Objetiva .....                | 87 |
| 10.14Diferença de tempo inicial entre as páginas .....                        | 88 |
| 10.15Links acessados após uma hora do reinício dos registros.....             | 89 |
| 10.16Links acessados após dez horas do reinício dos registros .....           | 90 |
| 10.17Links acessados após vinte e quatro horas do reinício dos registros..... | 91 |
| 10.18Diferença de feromônio nos testes efetuados .....                        | 92 |
| 12.1 Cronograma das atividades desenvolvidas .....                            | 99 |
| 12.2 Cronograma da metodologia de desenvolvimento .....                       | 99 |

# **LISTA DE CÓDIGOS**

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 4.1 | Exemplo de <i>links</i> para o gerenciamento dos registros .....   | 21  |
| 4.2 | Exemplo de consulta gerada para gerenciamento dos registros .....  | 22  |
| 7.1 | Exemplo de utilização da função eval .....                         | 59  |
| 7.2 | Trecho de código demonstrando mapeamento da tabela feromônio ..... | 61  |
| 8.1 | Trecho do arquivo de tradução para a língua inglesa .....          | 67  |
| E.1 | Código do arquivo oriant.html .....                                | 116 |
| E.2 | Código do arquivo oriAnt.css .....                                 | 118 |
| E.3 | Exemplo de RSS utilizado no subsistema para testes .....           | 121 |
| E.4 | Trecho de código do arquivo ajax.php .....                         | 122 |
| E.5 | Trecho de código do arquivo ajax.js .....                          | 122 |
| G.1 | Classe Genérica .....  | 126 |
| H.1 | Constantes de Erros .....  | 128 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| ACO                         | <i>Ant Colony Optimization</i>                            |
| AG                          | Algoritmos Genéticos                                      |
| AJAX                        | <i>Asynchronous JavaScript and XML</i>                    |
| CE                          | Computação Evolucionária                                  |
| Constante de Freqüência     | KF  |
| Constante de Simetria       | KS  |
| Constante de Transitividade | KT  |
| CSS                         | <i>Cascading Style Sheets</i>                             |
| DOM                         | <i>Document Object Model</i>                              |
| EE                          | Estratégias Evolucionárias                                |
| FAQ                         | <i>Frequently Asked Question</i>                          |
| FTP                         | <i>File Transfer Protocol</i>                             |
| HA                          | Hipermídia Adaptativa                                     |
| HTML                        | <i>HyperText Markup Language</i>                          |
| HTTP                        | <i>HyperText Transfer Protocol</i>                        |
| IMAP                        | <i>Internet Message Access Protocol</i>                   |
| LDAP                        | <i>Lightweight Directory Access Protocol</i>              |
| Limiar de Visibilidade      | L   |
| MR                          | Modelo Relacional   |
| NA                          | Navegação Adaptativa                                      |
| NCSA                        | <i>National Center for Supercomputing Applications</i>    |
| PDF                         | <i>Portable Document Format</i>                           |
| PDSU                        | Processo de Desenvolvimento de <i>Softwares</i> Unificado |
| PE                          | Programação Evolucionária                                 |
| PEAR                        | <i>PHP Extension and Application Repository</i>           |
| PG                          | Programação Genética                                      |
| PHP                         | <i>Hypertext PreProcessor</i>                             |
| POP3                        | <i>Post Office Protocol</i>                               |
| Potencial de Ativação       | P   |
| RSS                         | <i>RDF Site Summary</i>                                   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| SC                 | Sistemas Classificadores                   |
| SGBDs              | Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados  |
| SVG                | <i>Scalable Vectorial Graphics</i>         |
| Taxa de Degradação | Z  |
| UML                | <i>Unified Modeling Language</i>           |
| UP                 | <i>Unified Process</i>                     |
| URL                | <i>Universal Resource Locator</i>          |
| UTFPR              | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |
| W3C                | <i>World Wide Web Consortium</i>           |
| XML                | <i>eXtensible Markup Language</i>          |

# SUMÁRIO

|   |            |
|---|------------|
| <b>DEDICATÓRIA .....</b>                                | <b>i</b>   |
| <b>AGRADECIMENTOS .....</b>                             | <b>ii</b>  |
| <b>EPÍGRAFE .....</b>                                   | <b>iii</b> |
| <b>RESUMO .....</b>                                     | <b>iv</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                   | <b>v</b>   |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                           | <b>vi</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS .....</b>                           | <b>ix</b>  |
| <b>LISTA DE CÓDIGOS .....</b>                           | <b>xi</b>  |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>             | <b>xii</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                               | <b>1</b>   |
| <b>2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>                     | <b>3</b>   |
| 2.1 HIPERTEXTO E HIPERMÍDIA .....                       | 3          |
| 2.2 HIPERMÍDIA ADAPTATIVA .....                         | 4          |
| 2.2.1 MÉTODOS PARA NAVEGAÇÃO ADAPTATIVA .....           | 5          |
| 2.2.2 TÉCNICAS DE NAVEGAÇÃO ADAPTATIVA .....            | 5          |
| 2.2.3 REDES DE INFORMAÇÕES COMO REDES QUANTIZADAS ..... | 6          |
| 2.3 COMPUTAÇÃO EVOLUCIONÁRIA .....                      | 7          |
| <b>3 OTIMIZAÇÃO POR COLÔNIAS DE FORMIGAS .....</b>      | <b>9</b>   |
| 3.1 FORMIGAS REAIS EM BUSCA DE ALIMENTO .....           | 10         |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2 A HEURÍSTICA ACO .....  | 11        |
| 3.2.1 Descrição do Método .....                                     | 11        |
| 3.3 ACO E HIPERMÍDIA .....  | 12        |
| 3.3.1 Trabalho Relacionado: AntWeb .....                            | 13        |
| <b>4 PROJETO ORIANT .....</b>                                       | <b>15</b> |
| 4.1 RELEVÂNCIA .....  | 15        |
| 4.2 NÚCLEO DO SISTEMA (ENGINE) .....                                | 16        |
| 4.2.1 Módulo: Computação de Feromônio .....                         | 16        |
| 4.2.2 Módulo: Adaptação .....                                       | 18        |
| 4.2.3 Módulo: Administração .....                                   | 20        |
| 4.2.4 GERENCIAMENTO DOS REGISTROS .....                             | 21        |
| 4.3 RESTRIÇÕES .....  | 22        |
| <b>5 MODELAGEM .....</b>  | <b>23</b> |
| 5.1 METODOLOGIA .....   | 23        |
| 5.2 UML .....   | 25        |
| 5.3 ARTEFATOS GERADOS .....   | 25        |
| 5.3.1 Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais ..... | 25        |
| 5.3.2 Levantamento dos atores e casos de uso .....                  | 27        |
| 5.3.3 Especificação dos casos de uso .....                          | 29        |
| 5.3.4 Diagramas de seqüência .....                                  | 39        |
| 5.3.5 Diagrama de classes .....                                     | 46        |
| 5.3.6 Modelo Relacional .....                                       | 51        |
| 5.3.7 Diagrama de pacotes .....                                     | 52        |
| 5.3.8 Diagrama de implantação .....                                 | 53        |
| 5.3.9 Diagrama de componentes .....                                 | 54        |
| <b>6 TECNOLOGIA .....</b>   | <b>56</b> |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.1      | LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO .....              | 56        |
| 6.2      | BANCO DE DADOS .....                        | 57        |
| 6.3      | SERVIDOR DE APLICAÇÃO .....                 | 57        |
| <b>7</b> | <b>FRAMEWORK <i>SPACEBRAIN</i> .....</b>    | <b>58</b> |
| 7.1      | CONCEITOS .....                             | 58        |
| 7.2      | NEURÔNIOS .....                             | 60        |
| 7.3      | MAPEAMENTO DAS TABELAS DO SISTEMA .....     | 60        |
| 7.4      | CLASSE GENÉRICA .....                       | 62        |
| 7.5      | VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FRAMEWORK ..... | 62        |
| 7.6      | TRATAMENTO DE ERROS .....                   | 63        |
| 7.7      | ARQUIVO DE CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA .....    | 63        |
| <b>8</b> | <b>DESENVOLVIMENTO .....</b>                | <b>64</b> |
| 8.1      | RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO .....           | 64        |
| 8.1.1    | CSS .....                                   | 64        |
| 8.1.2    | TABLELESS .....                             | 64        |
| 8.1.3    | RSS .....                                   | 65        |
| 8.1.4    | AJAX .....                                  | 66        |
| 8.1.5    | JAVASCRIPT .....                            | 66        |
| 8.2      | INTERNACIONALIZAÇÃO .....                   | 67        |
| 8.3      | FRAMEWORKS UTILIZADOS .....                 | 68        |
| 8.3.1    | PEAR .....                                  | 68        |
| 8.3.2    | Sajax .....                                 | 68        |
| <b>9</b> | <b>SUBSISTEMA PARA TESTES .....</b>         | <b>69</b> |
| 9.1      | MODELO RELACIONAL .....                     | 69        |
| 9.2      | SISTEMA DE AVALIAÇÃO .....                  | 70        |
| 9.3      | SISTEMA DE COMENTÁRIOS .....                | 71        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>10 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                   | <b>72</b>  |
| 10.1 ETAPA 1: TESTES ISOLADOS COM 3 USUÁRIOS DESPREZANDO INTERVALO DE TEMPO .....  | 73         |
| 10.2 ETAPA 2: TESTE COM VÁRIOS USUÁRIOS DESPREZANDO INTERVALO DE TEMPO .....       | 85         |
| 10.2.1 Análise de resultados .....   | 87         |
| 10.3 ETAPA 3: TESTE ISOLADO COM UM USUÁRIO EM DIFERENTES INTERVALOS DE TEMPO ..... | 87         |
| 10.3.1 Análise de resultados .....   | 91         |
| 10.4 CONCLUSÃO .....   | 93         |
| <b>11 RECURSOS COMPUTACIONAIS .....</b>  | <b>94</b>  |
| 11.1 RECURSOS DISPONÍVEIS PARA DESENVOLVIMENTO .....                               | 94         |
| 11.1.1 Recursos de Hardware .....  | 94         |
| 11.1.2 Recursos de <i>Software</i> .....   | 94         |
| 11.2 RECURSOS NECESSÁRIOS PARA UTILIZAÇÃO .....                                    | 95         |
| 11.2.1 Usuário .....   | 95         |
| 11.2.2 <i>Website</i> Hospedeiro .....   | 95         |
| <b>12 CRONOGRAMAS .....</b>  | <b>97</b>  |
| 12.1 ATIVIDADES .....  | 97         |
| 12.2 DISCIPLINAS .....   | 97         |
| 12.3 ITERAÇÕES .....   | 97         |
| <b>13 CONCLUSÃO .....</b>  | <b>100</b> |
| 13.1 TRABALHOS FUTUROS .....   | 101        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>102</b> |
| <b>Apêndice A – GLOSSÁRIO.....</b>   | <b>104</b> |

|     |   |            |
|-----|---|------------|
| A.1 | INTRODUÇÃO .....  | 104        |
| A.2 | OBJETIVO.....   | 104        |
| A.3 | ESCOPO.....   | 104        |
| A.4 | DEFINIÇÕES .....  | 105        |
|     | <b>Apêndice B – PERGUNTAS FREQUENTES.....</b>                           | <b>108</b> |
|     | <b>Apêndice C – APRESENTAÇÃO DA CAMADA ORIANT.....</b>                  | <b>111</b> |
|     | <b>Apêndice D – APRESENTAÇÃO DO SUBSISTEMA PARA TESTES.....</b>         | <b>113</b> |
|     | <b>Apêndice E – IMPLEMENTAÇÃO DOS RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO .....</b> | <b>116</b> |
| E.1 | TABLELESS .....   | 116        |
| E.2 | RSS .....   | 120        |
| E.3 | AJAX .....  | 122        |
|     | <b>Apêndice F – OUTROS NEURÔNIOS.....</b>                               | <b>124</b> |
|     | <b>Apêndice G – CLASSE GENÉRICA .....</b>                               | <b>126</b> |
|     | <b>Apêndice H – CONSTANTES DE ERROS.....</b>                            | <b>128</b> |
|     | <b>ANEXO A – PROPOSTA DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO.....</b>                | <b>130</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

A Internet representa atualmente um dos maiores meios de comunicação global, por meio da qual, milhares de pessoas interagem entre si, seja pela escrita, voz ou vídeo.

Dentre os meios de comunicação disponíveis na Internet, os *websites* são responsáveis por grande parte das informações que trafegam na rede. Um *site* é um conjunto de páginas, isto é, de hipertextos, sistema para a visualização de informação cujos documentos contêm referências internas para outros documentos (chamadas de *hiperlinks* ou, simplesmente, *links*), acessíveis geralmente pelo protocolo *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) na Internet (WONG, 2000).

As páginas num *website* são encontradas a partir de uma *Universal Resource Locator* (URL) inicial (página principal); e geralmente residem no mesmo diretório de um servidor (WONG, 2000).

A maioria dos *websites* utiliza recursos da hipermídia, que são documentos hipertexto que incorporam textos, gráficos, sons, imagens e animações para apresentar as informações aos usuários.

Entretanto, nem sempre as ligações (*links*) entre os documentos estão organizadas de modo que o usuário consiga facilmente atingir seu objetivo, encontrar o que deseja. Isso acontece devido a quantidade de páginas e sub-páginas inseridas para representar partes do mesmo contexto, ou ainda pelo fato de que a maioria das *webpages* utiliza mecanismos de representação embutidos em linguagem *HyperText Markup Language* (HTML), tornando a definição da estrutura da *webpage* bastante limitada e dificultando sua análise semântica (VIEIRA; CAIXETA, 2004).

Apesar dos vários mecanismos de busca existentes, como Google (<<http://www.google.com>>), Yahoo (<[www.yahoo.com.br](http://www.yahoo.com.br)>), entre outros, ainda se percebe a carência de uma mecanismo que oriente o usuário sugerindo ou mostrando qual é o próximo passo para encontrar seu objetivo com maior eficácia.

Os termos orientação e navegação, sugerem a concepção de hiperdocumentos como espaços de informação onde os leitores podem mover-se de uma parte para outra. Essa idéia certamente contribui para caracterizar o mais citado problema dos leitores de hipertexto, a "desorientação", que ocorre quando os leitores não sabem onde estão, como chegaram lá, ou para onde deveriam ir (PANSANATO, 2003). Para minimizar essa "desorientação", Palazzo (2002) propõe a Hipermídia Adaptativa (HA), que é definida como a área da ciência da computação que se ocupa do estudo e desenvolvimento de sistemas, arquiteturas, métodos e técnicas capazes de promover a adaptação

de hipermídia em geral às expectativas, necessidades, preferências e desejos de seus usuários.

O propósito do trabalho foi integrar os conceitos de HA, na área da Navegação Adaptativa (NA) utilizando as heurísticas de Computação Evolucionária (CE), em específico *Ant Colony Optimization* (ACO), para criar um sistema de apoio à navegação para os usuários de *websites* da Internet.

Para o desenvolvimento do projeto, uma camada de trabalho ou *framework* denominado *SpaceBrain* foi criado e se baseia no funcionamento do sistema nervoso humano, em que os neurônios são representados por classes, cada classe possui uma função e funciona de forma independente, podendo interagir entre si, compartilhando recursos particulares com os demais neurônios de forma cooperativa.

No Capítulo 2 estão apresentados os principais fundamentos teóricos sobre HA e CE. No Capítulo 3 são apresentadas as principais informações sobre ACO. No Capítulo 4 estão as informações sobre o projeto OriAnt. No Capítulo 5 estão relacionados os principais artefatos gerados, bem como a descrição do processo de desenvolvimento adotado, na metodologia do trabalho. No Capítulo 6 estão descritas as principais tecnologias utilizadas neste projeto. No Capítulo 7 estão descritas as principais funcionalidades do *framework* criado para o desenvolvimento do projeto. No Capítulo 8 são apresentados os recursos utilizados para o desenvolvimento e a descrição do *framework* criado. No Capítulo 9 estão as principais características do subsistema criado para os testes. O Capítulo 10 descreve a análise de resultados e sua discussão. No Capítulo 11 são apresentados os recursos necessários para o desenvolvimento. No Capítulo 12 estão apresentados os cronogramas do desenvolvimento do projeto e finalmente, no Capítulo 13, a conclusão do trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste capítulo, discute-se sobre os conceitos e a funcionalidade do hipertexto e da HA, bem como os conceitos teóricos da CE, ACO e a interação dessas tecnologias.

### 2.1 HIPERTEXTO E HIPERMÍDIA

Segundo Vieira e Caixeta (2004), em um ambiente de comunicação como a Internet, as informações, normalmente, são dispostas como uma coleção de dados organizados em um tópico específico, formando assim, nodos interconectados em que seus leitores podem navegar de maneira arbitrária. "*Esse ambiente de comunicação caracteriza um sistema de hipertexto ou um hiperdocumento*".

O significado da palavra hipertexto é a junção dos termos "espaço hiperbólico" e "texto", sugerindo assim uma idéia de espaço multidimensional em que o usuário pode navegar de forma não seqüencial. A navegação pode ser feita em telas de computador, janelas com barra de rolagem, arquivos ou pedaços menores de informação. Cada unidade de informação é designada como um nodo. Qualquer que seja o tamanho desses nodos, cada um deles pode conter referências para outras unidades; essas referências são denominadas ligações ou *links*. Alguns nodos estão relacionados a muitos outros e terão, portanto, muitas ligações, enquanto outros servirão apenas como destinos, sem que saiam ligações a partir deles (ANDREAZZA, 2006).

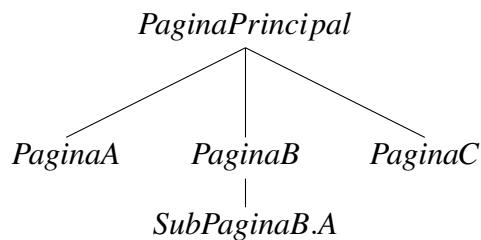


Figura 2.1: Exemplo de um ambiente hipertexto

Na Figura 2.1, o nodo *PaginaPrincipal* é denominado nodo raiz, porque ele é o nodo que dá origem a todos os outros, analogamente em um *website* esse nodo corresponderia a página principal. No nodo raiz ainda estão as referências (ligações) para as sub-páginas: *PaginaA*, *PaginaB* e *PaginaC*. As sub-páginas *PaginaA* e *PaginaC* são nodos folha, pois não têm ligação para outros nodos, em um *website*. As arestas que ligam os nodos são os *links*, que podem ser direcionais (ligação em só um sentido) ou bidirecionais (ligação nos dois sentidos).

O termo multimídia sugere a integração de textos, gráficos, imagens, animações, sons e qualquer outro meio onde a informação pode ser representada, armazenada, transmitida e processada sob a forma digital (ANDREAZZA, 2006).

A hipermídia é a união da tecnologia do hipertexto com os recursos da multimídia (hipertexto + multimídia = hipermídia) e pode ser definida como um recurso para manipulação, recuperação ou apresentação de informações (ANDREAZZA, 2006).

Uma ligação hipertextual conecta dois nodos e é normalmente dirigida, a fim de formar uma ligação de um nodo (denominado o nodo âncora) para outro (designado como o nodo destino). A transição entre os *links* deve acontecer de forma involuntária, ou seja, quando o leitor selecionar, através de um clique, um *link* no hipertexto, o movimento entre os dois nodos devem ser automático.

## 2.2 HIPERMÍDIA ADAPTATIVA

A HA é a área da computação que estuda uma forma de desenvolvimento de aplicativos que possuam a característica de adaptação do espaço digital (Internet) à cada perfil de usuário.

O desenvolvimento de sistemas de uma forma geral não se preocupa com esse tipo de direcionamento, pois são projetados de acordo com usuários padrão para o sistema. Entretanto, quando há uma utilização massiva por usuários diferenciados, pode haver dificuldades em relação à utilização e até excesso ou carência de conteúdo (PALAZZO, 2002).

Sistemas que utilizam a HA possuem a peculiaridade de classificar de alguma maneira seus usuários para essa adaptação. Esse passo para a construção de um sistema que utiliza HA é chamado de modelagem de usuário, que traça o perfil desse e quais características serão analisadas para a adaptação do conteúdo. Por exemplo, um usuário leigo tem preferência na visualização de conteúdos mais explicativos e simplificados; contudo, os mais experientes esperam maior objetividade do conteúdo. A capacidade do usuário, nesse caso, é a característica que o sistema deve estar apto a discernir (PALAZZO, 2002).

A adaptação de sistemas hipermídia pode ocorrer principalmente de duas maneiras: adaptação do conteúdo ou adaptação dos *links*. No caso da primeira, o conteúdo deve ser armazenado de formas diferentes e ao identificar o perfil de usuário, o sistema deve ser capaz de exibir a informação mais adequada. Já a adaptação de *links* mostra, oculta, destaca ou não *links* conforme algum critério definido previamente. Por exemplo, destacar *links* do mesmo assunto da página atual.

## 2.2.1 MÉTODOS PARA NAVEGAÇÃO ADAPTATIVA

Os métodos existentes para a navegação adaptativa indicam o que deve ser feito para proporcionar auxílio ao usuário (PALAZZO, 2002).

O método da *condução global*, conduz o usuário na direção de seu objetivo, apresentando uma seqüência de passos; já o da *condução local* apresenta-se como um passo de navegação que seja interessante, conforme os dados do modelo do usuário; e o método do *suporte à orientação global*, auxilia o entendimento da estrutura de todo o hiperdocumento; enquanto que o *suporte à orientação local*, ajuda na compreensão de seu posicionamento no hiperespaço, apresentando informações sobre os nós que podem ser acessados a partir do atual.

## 2.2.2 TÉCNICAS DE NAVEGAÇÃO ADAPTATIVA

Segundo Palazzo (2002) as técnicas de NA são os recursos usados pelos sistemas de HA para informar ou influenciar o usuário no seu processo de navegação.

As principais técnicas de NA são:

- *orientação direta*: decide em cada ponto da navegação qual o melhor nodo a ser visitado em seguida. Apresenta como desvantagem, a falta de suporte no caso do usuário não desejar seguir a sugestão do sistema;
- *classificação adaptativa*: classifica os *links* de um nodo de acordo com sua relevância;
- *ocultação adaptativa*: consiste em restringir o espaço de navegação, ocultando os *links* para nodos não relevantes;
- *anotação adaptativa*: consiste em aumentar a informação existente nos links com alguma forma de anotação ou comentário que podem dizer mais sobre o estado corrente dos nodos a que se conectam;
- *geração de links*: consiste em criar *links* adicionais automaticamente nos nodos. Uma das desvantagens desta técnica é o aumento no número de *links* existentes nos nodos, acrescendo a sobrecarga cognitiva e tornando o hiperespaço mais complexo;
- *mapas adaptativos*: têm o objetivo de ajudar o usuário a entender a estrutura do hiperespaço.

## 2.2.3 REDES DE INFORMAÇÕES COMO REDES QUANTIZADAS

Alguns parâmetros podem ser identificados em um sistema que utiliza a HA. Segundo Palazzo (2002), são eles:

- *potencial de ativação*: o potencial de ativação de um arco é a medida discreta da probabilidade de que o arco seja ativado em um próximo intervalo de tempo. Seu valor é obtido medindo a freqüência com que cada arco na rede é ativado e aplicando sistematicamente sobre essa os operadores de transitividade, simetria e degradação. O resultado deste processo é uma rede quantizada que representa pró-ativamente o estado de evolução do sistema;
- *limiar de visibilidade*: o limiar de visibilidade corresponde a um limite do potencial de ativação abaixo do qual os arcos não são mais visíveis. Seu valor pode ser graduado, para possibilitar a visão da rede em diferentes níveis limites, ou composto em um intervalo para observar diferentes camadas da rede;
- *constante de freqüência*: valor que é adicionado ao potencial de ativação de cada arco toda vez que este é percorrido. Como as demais constantes, pode ser arbitrada. Supõe-se que seu valor deva ser superior ao das demais constantes, tendo em vista, representar um evento concreto de navegação;
- *constante de transitividade*: valor que é sistematicamente adicionado ao potencial de ativação de um arco segundo a regra de transitividade. Seu efeito sobre a rede deve ser menor do que a KF, entretanto sua aplicação pode propagar-se e influir no potencial de ativação de diversos arcos na rede;
- *constante de simetria*: valor que é sistematicamente adicionado ao potencial de ativação de um arco segundo a regra de simetria. Seu efeito é predominantemente local, mas, sua influência também se exerce sobre a rede como um todo;
- *taxa de degradação*: valor percentual que decrementa o potencial de ativação de um arco a cada intervalo de tempo T considerado. Pode ser um minuto, uma hora ou um dia, conforme desejado.

Palazzo (2002), ainda define uma rede de informações como uma tripla,  $\langle N, L, P \rangle$ , onde:

- $N$ : conjunto de nodos que são entidades primitivas, correspondendo a unidades estruturais, semânticas e referenciais do sistema. Um nodo se relaciona com outros nodos por meio de arcos. Nodos que se encontram em relacionamento direto por meio de um arco são conhecidos por vizinhos. A vizinhança de um nodo corresponde esse nodo juntamente com todos os seus vizinhos;
- $L$ : conjunto de arcos, que são entidades estruturais estabelecendo a existência e definindo os detalhes de um relacionamento entre dois nodos. Os arcos podem apresentar diferentes semânticas, conforme os nodos e o sistema considerado. Os arcos denotam um relacionamento abstrato que possui associado um potencial de ativação;
- $P$ : conjunto de propriedades que valem para a rede. Estas propriedades não são pré-definidas e podem ser diferentes em cada situação.

As redes de informações podem ser vistas então como redes quantizadas, nas quais os arcos possuem potenciais de ativação, que está associado a cada arco é incrementado de um valor constante (quantum) sempre que o arco é percorrido.

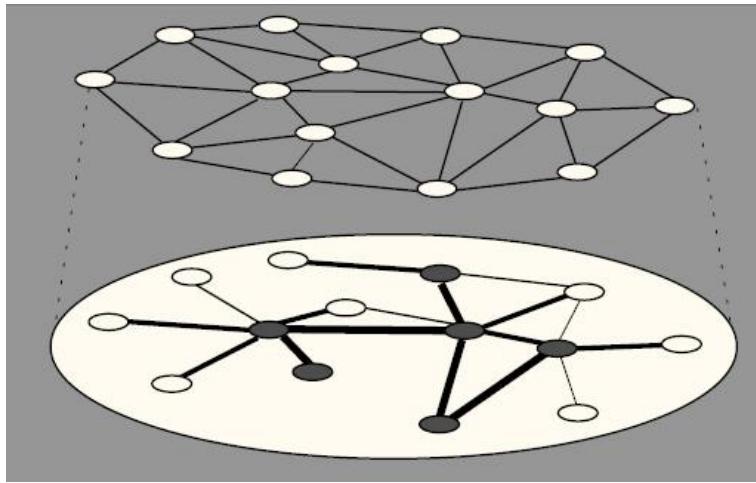


Figura 2.2: Quantização em redes de informação

Fonte: (PALAZZO, 2002)

Na Figura 2.2, as setas em negrito no diagrama inferior mostram apenas os arcos que possuem potencial de ativação acima de um determinado valor, denominado limiar de visibilidade. Esse valor, que pode ser escolhido arbitrariamente, funciona como um seletor dos arcos que são visíveis ou não na rede.

Os fundamentos do trabalho desenvolvido estão relacionados com esses conceitos e serão abordados nos capítulos subsequentes.

## 2.3 COMPUTAÇÃO EVOLUCIONÁRIA

No âmbito computacional a resolução dos problemas é feita através da escrita de algoritmos, que processam os dados de entrada gerando o resultado esperado. Entretanto, nem todos os problemas são triviais, para alguns deles a construção de um algoritmo torna-se particularmente mais complexa que a resolução do mesmo problema de outra forma.

De acordo com Feofiloff (2006), esse tipo de problema caracterizado por ter mais restrições que regras, são denominados problemas NP completos (Não polinomiais, isto é, o seu custo em termos de tempo é muito elevado e não pode ser descrito por um polinômio); e sua codificação com lógica convencional não é suficiente para a solucioná-lo, então é proposta a utilização de heurísticas, no intuito de se obter uma resposta sub-ótima para o mesmo.

Uma alternativa encontrada para solucionar tais problemas foi a inspiração nas ações da natureza do planeta. Assim originou-se a CE (LOPES, 2006).

Dentre as técnicas de CE encontra-se: os Algoritmos Genéticos (AG), a Programação Genética (PG), os Sistemas Classificadores (SC), as Estratégias Evolucionárias (EE) e a Programação Evolucionária (PE). Descritos a seguir, conforme Lopes (2006):

- AG, são intensamente utilizados para problemas de busca e otimização numérica, baseiam-se na teoria da seleção natural de Darwin;
- PG, derivada dos AG para evolução de programas;
- SC, também derivado dos AG's e aplicados ao aprendizado de regras num ambiente específico;
- EE, um ramo da CE desenvolvido independentemente na Alemanha, utilizado também para otimização numérica;
- PE, utiliza uma máquina de estados finitos para simular processos inteligentes.

### 3 OTIMIZAÇÃO POR COLÔNIAS DE FORMIGAS

Há um conjunto de heurísticas, conhecidas como inteligência de enxames (*swarm intelligence*), que baseiam-se em um modelo computacional que estuda o comportamento de agentes simples interagindo entre si. Um particular interesse tem surgido sobre as colônias de insetos (formigas, cupins, abelhas, etc), pois os insetos isoladamente não têm um comportamento relevante, entretanto, quando em grupo revelam-se uma organização bastante complexa.

A interação entre os insetos para produzir um sistema auto-organizado pode ocorrer de duas formas, *direta* ou *indireta*. A direta ocorre pelo contato direto entre os insetos. O contato pode ser feito de forma física (antenas ou mandíbulas), através do contato visual, ou ainda quimicamente pelos odores exalados por outros insetos. A interação indireta ocorre quando o indivíduo de uma população altera de alguma maneira seu meio-ambiente próximo; consequentemente os outros indivíduos poderão ter o seu comportamento alterado por essa modificação.

As principais características de um sistema de auto-organização são: a *descentralização*, em que o comportamento é definido localmente; a *flexibilidade*, em que os indivíduos possuem a astúcia de se adaptar em ambientes dinâmicos; e a *robustez*, que permite que a operacionalidade persista na ocorrência de falhas.

Para que a colônia se auto-organize algumas regras são estabelecidas, especificando a forma de interação entre os indivíduos. Quatro grupos principais resumem esse conjunto de regras (LOPES, 2006):

- *realimentação positiva* ou *autocatalítica*: ampliação dos melhores caminhos traçados;
- *realimentação negativa*: é um contra-balanço da alimentação positiva, e é utilizado para que caminhos pouco utilizados sejam esquecidos com o passar do tempo;
- *aleatoriedade*: a busca por novos caminhos;
- *interações múltiplas*: um indivíduo único pode produzir uma estrutura organizada por uma trilha estável de feromônios. Porém, essa estrutura não será otimizada. Para que a colônia encontre boas soluções, é necessário a interação de múltiplos indivíduos entre si.

### 3.1 FORMIGAS REAIS EM BUSCA DE ALIMENTO

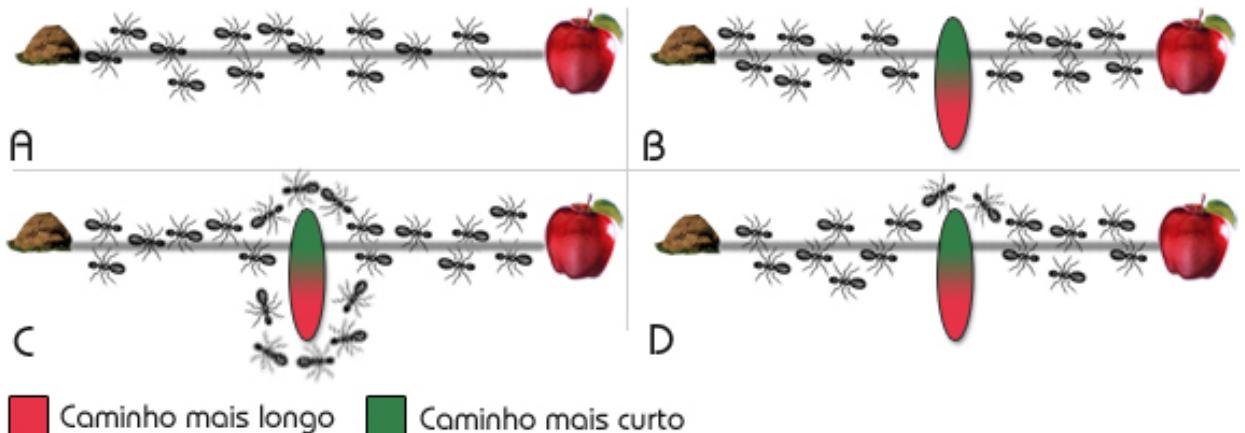
As formigas têm como função a procura e o transporte do alimento da fonte até o formigueiro. Para realizar esse procedimento, a maioria das espécies de formigas cria uma trilha que é feita com uma substância química denominada feromônio. Essa substância é depositada por cada inseto da colônia durante a sua movimentação entre o formigueiro e a fonte de alimento.

Uma formiga, ao se deparar com dois caminhos diferentes, faz uma escolha probabilística baseada na quantidade de feromônio presente nesses caminhos. Logo, se há maior concentração de feromônio em determinado caminho, será esse o caminho escolhido (LOPES, 2006).

O feromônio evapora com o passar do tempo, assim sendo, um caminho que não é constantemente visitado tende a desaparecer, ao contrário do caminho oficial tomado pelas formigas.

No início do processo, quando um grupo de formigas está em busca de alimento e ainda não há um caminho traçado, o grupo que optar casualmente pelo menor caminho irá chegar ao alimento antes do grupo que optar pelo caminho maior. Desta forma, vão acentuar o menor caminho com feromônio na volta para o ninho. É questão de tempo até que todos os membros da colônia estejam trafegando pelo caminho mais curto (DORIGO et al., 1996).

A busca por alimento pelas formigas reais é ilustrada na Figura 3.1. A Figura 3.1-A mostra o caminho traçado entre o ninho e o alimento. A Figura 3.1-B mostra o que acontece logo após a inserção de um obstáculo no caminho. O inseto tende a seguir cada uma das direções (esquerda ou direita) com probabilidade igual de 50%. Observa-se a ocorrência análoga no sentido inverso 3.1-C. Com tempo, o feromônio acumula-se mais rapidamente no caminho mais curto ao redor do obstáculo, apresentando assim o menor caminho a ligação entre o ninho e o alimento (LOPES, 2006).



Através desta engenhosidade, que no âmbito computacional ficou conhecida como ACO muitos problemas puderam ser solucionados, como é o caso do problema do caixeiro viajante e roteamento de pacotes (VIEIRA; CAIXETA, 2004).

## 3.2 A HEURÍSTICA ACO

O algoritmo de otimização por colônia de formigas conhecido como *AntSystem* (COLORNI et al., 2001), é baseado na busca do caminho mínimo em um grafo, ou seja, dentre todos os caminhos que ligam um ponto inicial a um ponto final, qual é o caminho mais curto entre eles.

Existem diversas diferenças entre as formigas reais e as formigas artificiais em um sistema ACO. As formigas artificiais, por exemplo, têm memória, portanto são capazes de armazenar o caminho percorrido. Elas não são completamente cegas, por isso, podem escolher entre diversos arcos possíveis através de uma função heurística. Além disso, o tempo é discreto, os eventos acontecem seqüencialmente.

### 3.2.1 Descrição do Método

*AntSystem* é o algoritmo clássico aplicado a problemas de busca e otimização, como o problema do caixeiro viajante e roteamento de pacotes (VIEIRA; CAIXETA, 2004).

Para cada aresta  $(i, j)$  do grafo, uma variável  $\tau(i, j)$  é definida como trilha artificial de feromônio. Essa variável é incrementada cada vez que as formigas passam pela trilha correspondente (realimentação positiva), e decrementada ao final de cada ciclo (realimentação negativa ou evaporação). A intensidade da trilha de feromônio define a atratividade da trilha para as formigas, ou seja, quanto maior a quantidade de feromônio, maior a probabilidade de uma formiga utilizar uma trilha (LOPES, 2006).

Em cada aresta  $i$ , uma formiga  $k$  calcula a probabilidade de seguir para a próxima aresta não visitada  $j$ , a partir das equações 3.1 e 3.2:

$$p_k(i, j) = \frac{[\tau(i, j)]^\alpha \cdot [\eta(i, j)]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} [\tau(i, l)]^\alpha \cdot [\eta(i, l)]^\beta} \quad (3.1)$$

A heurística é definida por:

$$\eta(i,j) = \frac{1}{d(i,j)} \quad (3.2)$$

*onde:*

- $d(i,j)$  representa a distância entre os nodos  $i$  e  $j$ ,  $N_i^k$  é o conjunto de destinos conectados a  $i$  que ainda não foram visitadas e  $\tau(i,j)$  é o valor da trilha de feromônios no arco que conecta origem e destino.  $\alpha$  e  $\beta$  influenciam na distância entre origem e destino e na quantidade de feromônio presente em cada uma das arestas, se  $\alpha = 0$  as formigas seguirão a heurística do vizinho mais próximo e se  $\beta = 0$  as formigas selecionarão um caminho aleatório.

O algoritmo 3.3 representa a taxa de evaporação do feromônio:

$$\tau(i,j) = \rho \cdot \tau(i,j) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau(i,j) \quad (3.3)$$

*onde:*

- $\rho$  representa a taxa de evaporação do feromônio;
- $\Delta\tau$  é definido por:

$$\Delta\tau(i,j) = \begin{cases} \frac{1}{L_k} & \text{se } (i,j) \text{ usado} \\ 0 & \text{contrario} \end{cases} \quad (3.4)$$

### 3.3 ACO E HIPERMÍDIA

Segundo Vieira e Caixeta (2004), um sistema de hipermídia é um grafo e nele existem vários caminhos possíveis para se chegar a um nodo partindo de outro. Alguns caminhos são menores e a indicação preferencial desses caminhos faz com que os usuários cheguem ao seu objetivo de forma mais rápida. Veja um exemplo na Figura 3.2.

Partindo desse princípio, pode-se fazer uma analogia com uma colônia de formigas reais. Visto que cada usuário pode representar uma formiga, o grafo gerado pelas páginas corresponderia aos diferentes caminhos do formigueiro, o ponto inicial do usuário que é a página principal corresponderia ao ninho ou ponto de partida das formigas, e o objetivo do usuário corresponderia a comida que deve ser encontrada. Pode-se ainda afirmar que, como a formiga, o usuário consegue visualizar

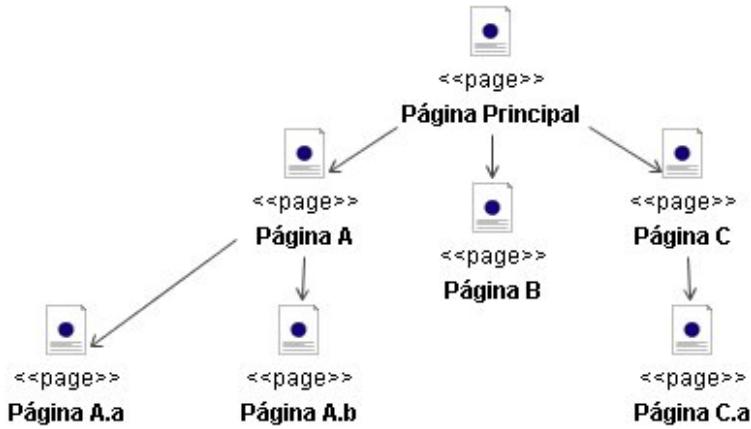


Figura 3.2: Sistema hipermídia representado como um grafo

apenas o próximo passo a partir dos links existentes na página atual, por ter também uma visão de curto alcance (TELES et al., 2003).

Apesar da semelhança, o que causa o sucesso das colônias de formiga em encontrar o alimento por uma forma cooperativa de trabalho, ainda não ocorre na Internet, pois os usuários não interagem para colaborar entre si na navegação.

O propósito deste trabalho foi integrar um sistema baseado em HA utilizando as heurísticas de ACO para criar um sistema de apoio à navegação para os usuários de *websites* comuns da internet. Partindo do princípio que cada usuário representa um inseto, rastreia-se o caminho percorrido e esse caminho fica disponível para outros usuários que tenham os mesmos interesses.

### 3.3.1 Trabalho Relacionado: AntWeb

O AntWeb (VIEIRA; CAIXETA, 2004) é um sistema que proporciona aos usuários de um determinado *site* uma navegação cooperativa, baseada no comportamento das formigas reais em busca de alimento. O sistema orienta os visitantes com interesses similares às suas páginas de destino através de uma matriz bidimensional, que representa as taxas de feromônio de cada nodo para todos os outros. A quantidade de feromônio depositada em cada célula da matriz corresponde ao quanto relevante uma página destino é perante uma página origem (corrente), considerando um objetivo final como página alvo. Ou, de outra forma, é um indicativo de resposta para a pergunta: estando no nodo  $i$ , dar o passo para  $j$ , é uma boa escolha a fim de alcançar a página destino  $d$ ? Para isto, faz-se o cálculo da probabilidade de cada formiga escolher ir para a página  $j$ , estando na página  $i$  na iteração  $p$ , a partir da matriz de feromônio, utilizando uma heurística de custo baseada em tempo de obtenção e visita da página  $j$ .

Um protótipo do AntWeb foi implantado em uma versão do portal Interlegis (Portal da Co-

munidade Legislativa Brasileira <<http://www.interlegis.gov.br>>). O portal serviu apenas como um experimento, portanto, o sistema não foi efetivamente implantado no site oficial. Os testes realizados apenas com simulações computacionais indicaram boa performance. Entretanto, não foi possível prever o comportamento do sistema com usuários reais (VIEIRA; CAIXETA, 2004).

## 4 PROJETO ORIANT

A proposta definida pelo sistema *AntWeb* descrita na Seção 3.3.1 apresenta algumas limitações: não é possível fazer testes com usuários reais, apenas com caminhos aleatórios que simulam o comportamento dos insetos; além disso, há ainda a necessidade de determinar para cada usuário qual sua página alvo, informação difícil de ser identificada, pois o interesse de um usuário hoje pode não ser o mesmo de amanhã.

No trabalho desenvolvido chamado OriAnt (orientação por formigas) tenta-se contornar esses problemas, eliminando a necessidade da prévia determinação de uma página alvo por meio da navegação colaborativa entre usuários com um mesmo interesse, tornando possível o teste com usuários reais.

Neste capítulo, discute-se as características do projeto, sua importância, e descreve-se em três módulos: *computação de feromônio*, *adaptação* e *administração*, o modelo computacional proposto.

### 4.1 RELEVÂNCIA

Diversos tipos de usuários navegam pela *web*, para usuários experientes, a busca por informações na rede é intuitiva, pois isso faz parte de seu cotidiano. Entretanto, nem todos os usuários têm a mesma facilidade para encontrar rapidamente o que estão procurando. Isso ocorre devido à desorientação oferecida por *websites* que não contemplam algumas regras básicas de acessibilidade/usabilidade.

A fim de suprir esta desorientação, sistemas de busca conseguem filtrar uma grande quantidade de informação, objetivando parte da busca do usuário, mas não conseguem traçar com precisão o caminho que deve ser percorrido até seu objetivo. Ainda nota-se uma carência de alguma forma de assistência navegacional que oriente o usuário até seu objetivo.

Percebe-se que, mesmo com os mecanismos de busca, alguns usuários ainda têm dificuldades para encontrar páginas de determinados assuntos. Isso ocorre porque o que é oferecido como resultado, se resume em uma lista de *websites* que contém palavras iguais à(s) palavra(s)-chave(s) procurada(s). Apesar da grande ajuda oferecida, uma busca menos detalhada pode trazer resultados irrelevantes para o usuário.

Observa-se a carência de algum mecanismo que oriente o usuário dentro de um determinado *website*, pois a busca se torna mais agradável ao se localizar em um *site* relevante. Outra vantagem do sistema de orientação é que ao se navegar até o objetivo há a possibilidade de se descobrir outros assuntos relevantes que podem estar relacionados ao assunto procurado.

Para minimizar a desorientação, deve-se fornecer recursos para permitir aos leitores a identificação de sua posição corrente em relação à estrutura global, reconstruir o caminho que o levou a esta posição, e distinguir entre as diferentes opções para mover-se a partir desta posição. Por exemplo, a manutenção do histórico de navegação (isto é, o caminho percorrido pelo usuário) auxilia o leitor a reconstruir o caminho até a sua posição atual (PANSANATO, 2003).

O mecanismo criado oferece sugestões, independentemente do conteúdo ou diagramação do *website* hospedeiro, ajudando os usuários a traçar o caminho até seu objetivo.

## 4.2 NÚCLEO DO SISTEMA (ENGINE)

Nesta seção do trabalho serão apresentados os três módulos que compõem o sistema OriAnt, são eles: Computação de Feromônio, Adaptação e Administração. Nas seções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.3, respectivamente.

### 4.2.1 Módulo: Computação de Feromônio

Implementa a máquina da navegação adaptativa.

Para descrever o módulo de computação de feromônio, desenvolveu-se um modelo  $M < P, G, F, pA >$  constituído de três conjuntos de dados, representando páginas ( $P$ ), grupos ( $G$ ), feromônio ( $F$ ) e parâmetros administrativos ( $pA$ ). Cada elemento possui seus sub-elementos de tal forma que:

- $P$ : é uma quádrupla  $P < p, u, e, c >$  com os dados de todas as páginas, tais como identificador, data e hora do último acesso, endereço URL e número de acessos, respectivamente;
- $G$ : é uma dupla  $G < g, n >$ , sendo  $g$  o identificador do grupo e  $n$  o número de acessos daquele grupo;
- $F$ : é uma quádrupla  $F < o, d, g, qf >$ , tendo  $o$  como identificador de uma página origem,  $d$  da página destino,  $g$  como identificador de grupo e  $qf$  como quantidade de feromônio.
- $pA$ : é uma tripla  $pA < a, t, d >$ , tendo  $a$  como a taxa de acréscimo de feromônio,  $t$  como a taxa de evaporação e  $d$  como taxa de divisão, parâmetro que pondera a diferença dos tempos

para a subtração de feromônio, necessário para uniformizar os intervalos de tempo extraídos de  $P_u$  quando estes assumem valores muito pequenos ou muito grandes<sup>1</sup>. Esses parâmetros são constantes definidas pelo administrador do sistema.

Desta forma, o sistema mantém informações de todas as páginas de um *website* em  $P$ . Os interesses dos usuários são mapeados por meio de grupos em  $G$ , a representação de feromônios é feita em  $F$ , uma matriz tridimensional, indicando para cada página a relevância do destino  $d$  para o grupo  $g$  e os parâmetros administrativos estão definidos em  $pA$ .

Para cada acesso, ocorre o acréscimo de feromônio de acordo com a equação 4.1.

$$F_{odg} = F_{odg} + pA_a \quad (4.1)$$

onde:

- $F_{odg}$  é quantidade de feromônio na aresta, que liga a origem  $o$  ao destino  $d$  para o grupo  $g$ .
- $pA_a$  é a taxa de acréscimo de feromônio definida pelo administrador do sistema, que significa a relevância de um acesso;

A fórmula de subtração de feromônio foi baseada no conceito de juros compostos e pode ser observada na equação 4.2

$$F_{odg} = F_{odg} * \left(1 - \frac{pA_t}{100}\right)^\tau \quad (4.2)$$

onde:

- $pA_t$  é a taxa de evaporação de feromônio, dependente do tempo;
- $\tau$  é o intervalo de tempo, que a página ficou sem acessos, determinado pela equação 4.3.

$$\tau = \frac{t_{atual} - t_{ultimoacesso}}{pA_d} \quad (4.3)$$

onde:

- $pA_d$  é a taxa de divisão definida pelo administrador, que é inversamente proporcional a taxa de subtração de feromônio.

---

<sup>1</sup>Em determinado momento do sistema, a diferença entre os tempos de acesso pode ser pequena, representando apenas alguns segundos, entretanto, essa diferença em outro momento pode chegar a horas ou dias. O elemento  $pA_d$  foi criado para regularizar esses valores.

## 4.2.2 Módulo: Adaptação

Para implementar o modelo descrito na Seção 4.2.1, desenvolveu-se uma camada de adaptação que pudesse ser acoplada em qualquer *website* que seguisse determinadas recomendações, descritas na Seção 4.3.

A arquitetura do modelo proposto está apresentada na Figura 4.1, em que as setas apresentam a seqüência de ações que ilustra o comportamento adaptativo da camada OriAnt a partir da navegação de um usuário, que compreende:

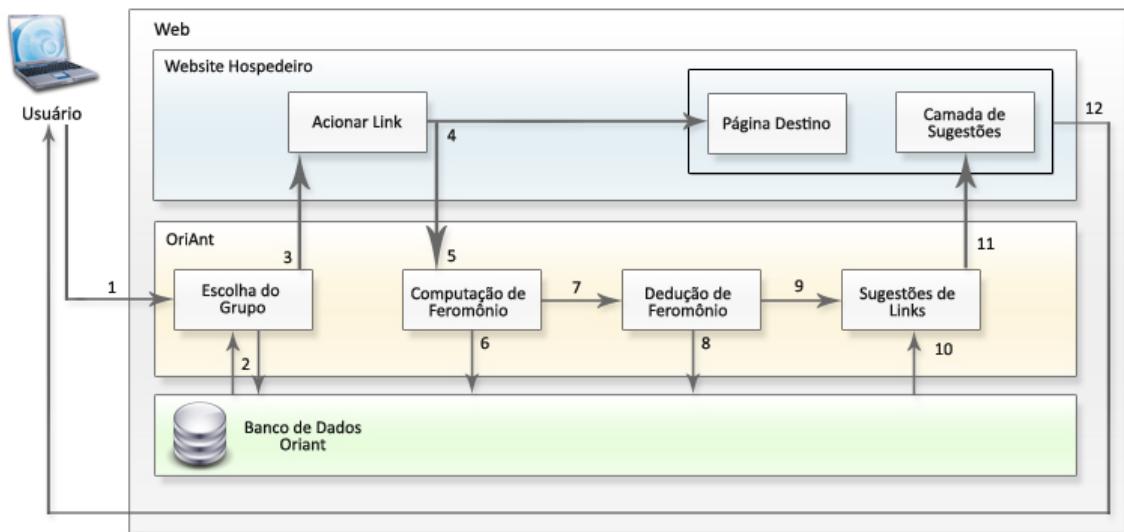


Figura 4.1: Arquitetura do modelo proposto

1. *escolher o grupo*: o usuário faz a opção de seu tema de interesse, para que a partir desta, a camada de adaptação atue. Os grupos de interesse com maior número de visitas recentes aparecem destacados na camada com fontes maiores. Este dado é obtido a partir do sub-elemento  $n$  de  $G$ . A Figura C.1 apresentada no Apêndice C mostra a disposição dos grupos de interesse;
2. Atualizar o banco de dados OriAnt com o dado do grupo, especificando aquele que o usuário tem interesse e incrementando o sub-elemento  $n$  de  $G$ ;
3. Navegar acionando o *hyperlink* desejado;
4. *visualizar a página destino*: a camada de orientação é transparente para o usuário e portanto, a página destino é visualizada normalmente após um clique;
5. *realizar a computação de feromônio*: isto é calcular a nova quantidade de feromônio para o elemento  $F_{odg}$  conforme a equação 4.1;

6. Atualizar o banco de dados com o novo valor de  $F_{odg}$  (página acessada);
7. efetuar a dedução de feromônio (evaporação): calcular a nova quantidade de feromônio para toda a matriz de feromônio conforme a equação 4.2;
8. Atualizar o banco de dados com os novos valores de  $F_{odg}$  para toda a matriz de feromônio;
9. Iniciar a computação dos *links* que devem ser sugeridos conforme cálculo de relevância da página, definido pela equação 4.4;

$$\omega(o, d, g) = \frac{F_{odg}}{\sum_{t=1}^n F_{otg}} \quad (4.4)$$

*onde:*

- $\omega$  é a relevância daquela página em relação às outras;
  - $n$  é o número de páginas destino a partir daquela origem.
10. Obter os dados do banco com relação à navegação dos outros usuários para sugerir *links*;
  11. Exibir sugestões de *links* conforme a estratégia de orientação selecionada;
  12. Aguardar que o usuário acione outro *hyperlink*.

Caso o usuário não escolha nenhum dos grupos disponíveis na camada de adaptação, o sistema não é acionado. Caso ocorra a alteração de grupo durante a navegação, as sugestões passarão a ser computadas com base no novo grupo selecionado.

Além do grupo de interesses, também é possível que o usuário escolha um dos tipos de orientação: objetiva, orientada ou relacionada; e o contexto da orientação: esta página ou todas as páginas.

Cada tipo de orientação oferece uma disposição diferenciada da sugestão gerada pelo sistema. As disposições são:

- *disposição objetiva*: mostrará qual é a página alvo, ou seja, a página que possui mais feromônio de um certo grupo. Essa disposição implementa a técnica de orientação direta descrita na Seção 2.2.2. A Figura C.2 apresentada no Apêndice C mostra a disposição objetiva;
- *disposição orientada*: mostrará qual o caminho que se deve seguir para chegar até a página alvo. Esse caminho é traçado com base no histórico dos caminhos percorridos de usuários do mesmo grupo e implementa o método da condução global descrita na Seção 2.2.1. A Figura C.3 apresentada no Apêndice C mostra a disposição orientada;

- *disposição por assuntos relacionados*: mostrará quais os *hyperlinks* mais visitados pelos usuários de seu grupo. Além da página alvo, outras páginas também podem interessar o usuário de determinado grupo, assim, ao selecionar a exibição por assuntos relacionados, obtém-se uma lista das páginas mais relevantes para este determinado assunto. A Figura C.4 apresentada no Apêndice C mostra a disposição por assuntos relacionados.

Dependendo do contexto da orientação, a camada de adaptação comporta-se da seguinte forma:

- *essa página*: quando esta opção está selecionada, a disposição toma como contexto a página atual, ou seja, a partir desta página, calcula-se qual é a próxima página mais relevante;
- *todas as páginas*: quando esta opção está selecionada, a disposição toma como contexto todas as páginas do sistema, verificando dentre todas, qual é a página mais relevante. Este contexto é particularmente interessante, principalmente para usuários que não conhecem a estrutura global do *site* em que estão navegando.

A partir do cálculo da relevância de cada página em relação a atual, do tipo de orientação e do contexto, o OriAnt sugere páginas, caminhos ou assuntos considerados mais apropriados para o grupo de interesse do usuário.

A rede de informação definida por Palazzo (2002), tripla  $\langle N, L, P \rangle$ , descrita na Seção 2.2.3, caracteriza o funcionamento da camada de adaptação. Pode-se fazer uma analogia dos sistemas em que,  $N$  representa o conjunto de páginas do *website*,  $L$  representa as ligações entre as páginas e  $P$  são as propriedades definidas para que uma ligação se torne relevante. Na Figura 2.2 a projeção para o plano inferior mostra algumas ligações em negrito, que analogamente representam os caminhos mais relevantes para um determinado usuário.

#### 4.2.3 Módulo: Administração

O módulo de administração foi elaborado para que o responsável pelo *website* hospedeiro pudesse ter uma maior autonomia sobre a camada OriAnt. Dentre as funcionalidades disponíveis estão:

- inserir, alterar ou remover grupos, possibilitando ao administrador gerenciar os grupos de interesse de seu *website* hospedeiro;
- consultar freqüência dos grupos (é possível consultar todos os grupos em uma lista ordenada pelo elemento  $n$  de  $G$ ) e páginas cadastradas (consultar todas as páginas cadastradas no sistema OriAnt);

- alterar *template* que permite que o administrador escolha em uma lista a aparência padrão da camada OriAnt; e instruções para criação, em que se exibe ao administrador um modelo passo-a-passo de como criar um novo *template* para a camada. As Figuras C.5 e C.6 apresentadas no Apêndice C mostram dois exemplos dos *templates* pré-existentes;
- permitir ao administrador a alteração dos parâmetros de *pA*;
- permitir ao administrador o gerenciamento dos registros do banco de dados do modelo *M*. O gerenciamento dos registros do sistema está detalhado na Seção 4.2.4.

#### 4.2.4 GERENCIAMENTO DOS REGISTROS

Para o gerenciamento dos registros do banco de dados, um módulo foi criado. É possível através de parâmetros enviados para a página `gerenciar.php`, selecionar qual tabela será exibida, bem como qual campo será exibido e quais os campos possíveis para filtragem, ainda é possível visualizar os detalhes de um registro ao se passar o mouse sobre o mesmo. Com esse módulo genérico é possível gerenciar os registros não só do sistema OriAnt, mas qualquer sistema que implementar a mesma estrutura.

É possível disponibilizar para o administrador várias formas de gerenciamento. No Código 4.1, pode-se observar algumas opções e seus respectivos parâmetros. O parâmetro `tabela` é uma *string* e indica qual tabela deverá ser gerenciada, o parâmetro `campos` é também uma *string* e pode ser composta por 1 ou mais elementos que devem ser separados por vírgula, o primeiro elemento indica qual o campo a ser exibido na lista de gerenciamento. Os campos são representados por um número que indica a sua ordem no arquivo de mapeamento das tabelas do sistema que pode ser visto na Seção 7.3. Para a tabela "Grupo" temos os campos "2,1,0" que representam respectivamente "nome do grupo", "identificação" e "contador".

---

Código 4.1: Exemplo de *links* para o gerenciamento dos registros

```

1 opção = Consulta de Páginas Cadastradas
2 link = gerenciar.php?tabela=pagina&campos=2,0
3
4 opção = Gerenciar Grupos Cadastrados
5 link = gerenciar.php?tabela=grupo&campos=2,1,0
6
7 opção = Consultar Quantidade de Feromônio
8 link = gerenciar.php?tabela=feromonio&campos=4

```

---

A Figura 4.2, mostra o gerenciamento dos registros da tabela "Grupo", conforme a linha 5 do código 4.1. Nesse momento o administrador procurava por palavras em que o "nome do grupo", "contador", ou "identificação" possuiriam a letra "N".

The screenshot shows a web-based application titled 'ORIANT' with a 'Gerenciando registros de: Grupo' (Managing records of: Group) header. A search bar at the top right allows users to 'Procurar' (Search) by name, with a placeholder 'nome do grupo, contador, identificação'. Below the search bar is a table listing ten groups, each with an 'Alterar' (Edit) and 'Excluir' (Delete) link:

| Nome do Grupo      | Ação            |
|--------------------|-----------------|
| Nintendo           | Alterar Excluir |
| Gente/TV           | Alterar Excluir |
| Cinema/DVD         | Alterar Excluir |
| Entretenimento     | Alterar Excluir |
| Tênis              | Alterar Excluir |
| Ciência/tecnologia | Alterar Excluir |
| Negócios           | Alterar Excluir |
| Mundo              | Alterar Excluir |
| Últimas notícias   | Alterar Excluir |

Below the table, a section titled 'DETALHES DO REGISTRO:' (Record Details) displays the following information:

- IDENTIFICAÇÃO: 5
- CONTADOR: 4
- NOME DO GRUPO: CIÉNCIA/TECNOLOGIA

Figura 4.2: Sistema de gerenciamento dos registros

A consulta montada para a exibição do resultado pode ser observada no Código 4.2.

---

#### Código 4.2: Exemplo de consulta gerada para gerenciamento dos registros

```

1 SELECT id, nome FROM grupo WHERE nome iLIKE '%n%'
2 OR cont iLIKE '%N%'
3 OR id iLIKE '%N%'
4 ORDER BY id DESC LIMIT 30

```

---

### 4.3 RESTRIÇÕES

Para a utilização do sistema proposto, deve-se seguir algumas restrições básicas, são elas:

1. O *website* hospedeiro não deve utilizar em seu conteúdo a utilização das tags HTML: `<frame>` ou `<iframe>`. Como o sistema é um *frame*, ou seja, uma camada do *website* hospedeiro, ao se utilizar outras camadas, a camada OriAnt pode não apresentar um comportamento normal;
2. Para o armazenamento das páginas o *website* hospedeiro não deve utilizar funções *JavaScript* (Seção 8.1.5) na tag HTML `<a>`, pois os registros das páginas são computados a partir do *link* indicado nessa tag;
3. O usuário do sistema deverá preferencialmente habilitar as *cookies* para o perfeito funcionamento do sistema.

## 5 MODELAGEM

Neste capítulo, apresenta-se na Seção 5.1 a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto, bem como uma descrição da UML na Seção 5.2 e os artefatos gerados na Seção 5.3.

### 5.1 METODOLOGIA

Neste sistema, o processo de desenvolvimento adotado é baseado no Processo de Desenvolvimento de *Softwares* Unificado (PDSU), denotado nesse trabalho como *Unified Process* (UP). Este é usado em conjunto com a *Unified Modeling Language* (UML), e o paradigma de orientação a objetos.

A Figura 5.1 representa graficamente as fases (concepção, elaboração, construção e transição), as tarefas do processo (requisitos, análise, projeto, implantação e testes), e a quantidade de trabalho estimado para tarefas específicas em cada fase.

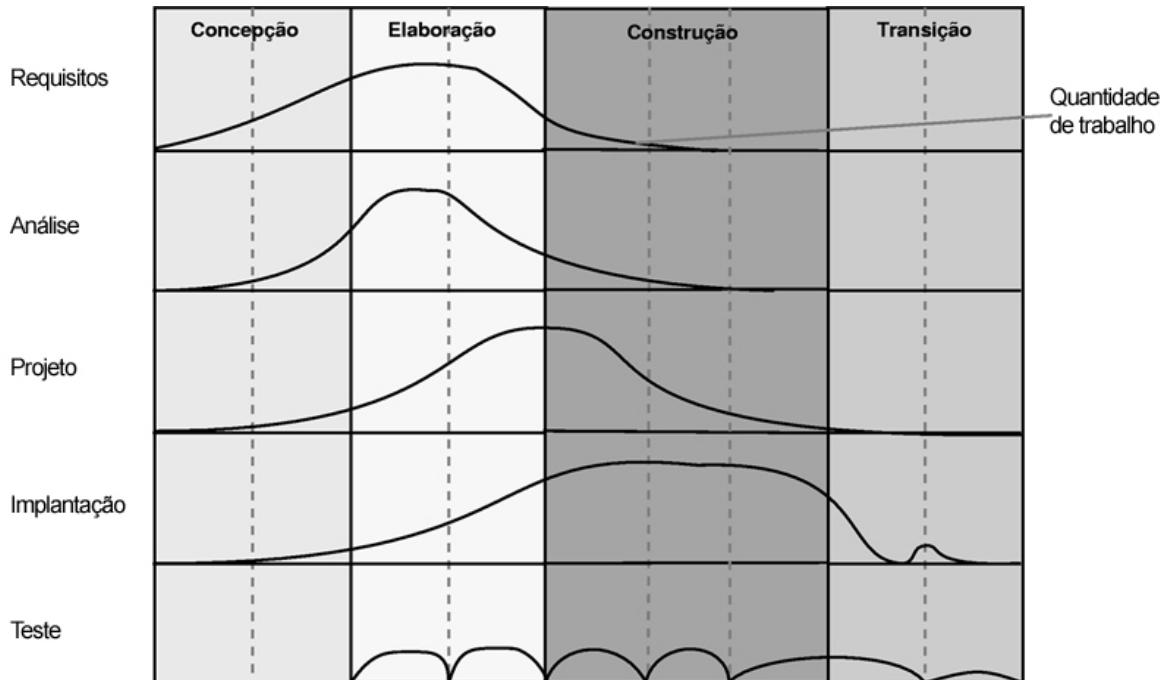


Figura 5.1: Quantidade de trabalho aplicada em cada workflow nas fases do UP  
Fonte: (ARLOW, 2002)

O UP é iterativo e incremental, ou seja, para cada uma de suas fases: concepção, elaboração, construção e transição; existe uma quantidade de trabalho necessária para cada fluxo: requisitos,

análise, projeto, implantação e teste. De acordo com a necessidade do projeto pode-se estabelecer um número de iterações para uma fase. O UP é, ainda, baseado em casos de uso (SCOTT, 2003).

A concepção estabelece a viabilidade e escopo do sistema, define e estrutura uma arquitetura, identifica os riscos, esclarece questões de custo-benefício. A elaboração deve coletar os requisitos, visando recolher o máximo de informação útil e solidificar a arquitetura. Essa fase visa o desenvolvimento da maioria dos casos de uso e a especificação das metas de qualidade. A construção desenvolve uma versão operacional do sistema que possa ser entregue à usuários beta. Nessa etapa constrói-se a maior parte dos modelos de projeto, análise, instalação, implantação e teste. E, por fim a transição, a fase final do projeto, quando é realizada a entrega do sistema aos usuários beta com todas as funcionalidades finalizadas (e futuramente a todos os usuários). A divulgação do *software*, e preparação dos usuários também fazem parte dessa fase (SCOTT, 2003).

Cada uma dessas fases é dividida em sub-processos, chamados fluxos de trabalho ou *workflows*. Cada fluxo de trabalho tem um tema técnico específico, enquanto as fases constituem divisões gerenciais, caracterizadas por atingirem metas bem definidas (FILHO, 2003). Pode acontecer uma ou mais iterações por fase do processo, cada iteração gerará uma gama de artefatos específicos dos fluxo de trabalho.

Neste trabalho, com o uso desta metodologia e baseado nos *workflows* citados, foram gerados os seguintes artefatos para fins de documentação:

- requisitos: fluxo que visa obter um conjunto de requisitos de um produto, aprovado pelo cliente e desenvolvedor (FILHO, 2003).
  - levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais;
  - levantamento dos atores e casos de uso;
  - levantamento dos riscos;
  - especificação dos casos de uso;
  - diagrama de caso de uso.
- análise: fluxo cujo objetivo é detalhar, estruturar, e validar os requisitos, de forma que esses possam ser usados como base para o planejamento detalhado (FILHO, 2003).
  - refinamento dos casos de uso;
  - especificação de casos de uso;
  - diagrama de seqüência.

- projeto: fluxo cujo objetivo é formular um modelo estrutural do produto que sirva de base para a implementação (FILHO, 2003).
  - diagrama de classe de projeto;
  - Modelo Relacional (MR);
  - diagrama de pacotes;
  - perguntas freqüentes (Apêndice B).
- implementação: fluxo cujo objetivo é realizar o projeto em termos de componentes de código (FILHO, 2003).
  - diagrama de implantação;
  - diagrama de componentes.
- teste: fluxo cujo objetivo é verificar os resultados da implementação (FILHO, 2003).
  - gerar casos de teste das principais funcionalidades do sistema.

## 5.2 UML

A UML é uma linguagem gráfica para visualização, especificação, construção e documentação de artefatos de sistemas complexos de *software*. A UML proporciona uma forma padrão para a preparação de planos de arquitetura de projetos de sistemas, incluindo aspectos conceituais, tais como: processos de negócios e funções do sistema. Além de ítems concretos como as classes escritas em determinada linguagem de programação, esquemas de bancos de dados e componentes de *software* reutilizáveis (BOOCH et al., 2000).

Neste trabalho, a linguagem UML serviu para a documentação dos artefatos descritos na Seção 5.3.

## 5.3 ARTEFATOS GERADOS

Nesta sessão são apresentados os artefatos gerados para documentação do projeto.

### 5.3.1 Levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais

O levantamento dos requisitos funcionais e não-funcionais é feito a partir do fluxo que visa a obtenção do conjunto de requisitos de um produto, aprovado pelo cliente e desenvolvedor.

Os requisitos funcionais estão listados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Requisitos funcionais

| ID  | Funcionalidade   | Necessidades  | Prioridades |
|-----|--|---|-------------|
| F01 | O sistema deve permitir a escolha de um grupo de interesse do usuário.                 | Fornecimento do grupo escolhido.                                  | Essencial   |
| F02 | O sistema deve permitir a escolha do tipo de orientação que o usuário deseja utilizar. | Disponibilizar as opções para escolha.                            | Essencial   |
| F03 | O sistema deve ser acionado a cada clique do usuário na página hospedeira.             | Adição e subtração de feromônio a cada clique.                    | Essencial   |
| F04 | O sistema deve restringir o acesso às áreas administrativas.                           | Fornecimento de uma identificação e senha para acesso ao sistema. | Essencial   |
| F05 | O sistema deve diferenciar grupos mais acessados.                                      | Contagem de usuários por grupo.                                   | Opcional    |
| F06 | O sistema deve permitir a consulta de freqüência dos grupos.                           | Contagem de usuários por grupo.                                   | Opcional    |
| F07 | O sistema deve permitir a consulta de páginas cadastradas.                             | Armazenamento das páginas acessadas.                              | Opcional    |
| F08 | O sistema deve permitir a administração dos grupos.                                    | Inserção, alteração e exclusão dos grupos.                        | Essencial   |
| F09 | O sistema deve permitir a seleção de <i>templates</i> disponíveis.                     | <i>Templates</i> previamente cadastrados.                         | Opcional    |
| F10 | O sistema deve permitir a administração das cores dos <i>links</i> .                   | Cadastro das cores.   | Opcional    |
| F11 | O sistema deve permitir a alteração dos parâmetros administrativos.                    | Armazenamento dos parâmetros administrativos.                     | Essencial   |
| F12 | O sistema deve permitir a consulta de índices de feromônio.                            | Cadastro dos índices.   | Opcional    |
| F13 | O sistema deve permitir o gerenciamento dos registros.                                 | Sistema de Gerenciamento.   | Essencial   |

Os requisitos não-funcionais estão listados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Requisitos não-funcionais

| ID   | Requisitos   | Categoria              |
|------|--|------------------------|
| NF01 | O sistema deverá ser manipulado através de uma interface gráfica.  | Usabilidade            |
| NF02 | O sistema deverá funcionar na Internet.  | Espaço                 |
| NF03 | O sistema deverá funcionar sobre plataforma <i>Windows</i> .   | Padronização e Entrega |
| NF04 | O sistema deverá utilizar PostgreSQL como SGBD-OR para armazenamento e manipulação dos dados.  | Padronização           |
| NF05 | O sistema deverá possibilitar a interação dos usuários com o sistema, através de um <i>software</i> já utilizado pelos envolvidos (navegador de Internet). | Usabilidade            |
| NF06 | O sistema deverá utilizar a linguagem de programação PHP.  | Padronização           |
| NF07 | O sistema deverá ser parcialmente desenvolvido com base no processo de desenvolvimento UP.   | Padronização           |
| NF08 | O sistema deverá utilizar padrões da UML para a modelagem.   | Padronização           |
| NF09 | O sistema deverá utilizar padrões de XHTML e CSS estabelecidos pela W3C.   | Padronização           |

### 5.3.2 Levantamento dos atores e casos de uso

Os atores são usuários, outros sistemas ou até mesmo algum hardware especial, que utilizarão de alguma forma o *software*, bem como os serviços, ou seja, as opções, que o sistema disponibilizará (SHISHIDO, 2007). Neste trabalho os atores encontrados estão listados na Figura 5.2.

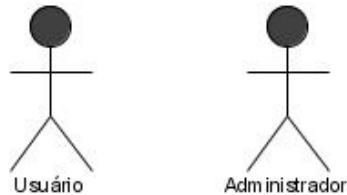


Figura 5.2: Levantamento dos atores do sistema

O diagrama de casos de uso é o diagrama mais geral e informal da UML, sendo utilizado normalmente nas fases de Levantamento e Análise de Requisitos do sistema, embora venha a ser consultado durante todo o processo de modelagem e possa servir de base para outros diagramas (SHISHIDO, 2007). Neste trabalho, os casos de usos encontrados estão relacionados na Figura 5.3.

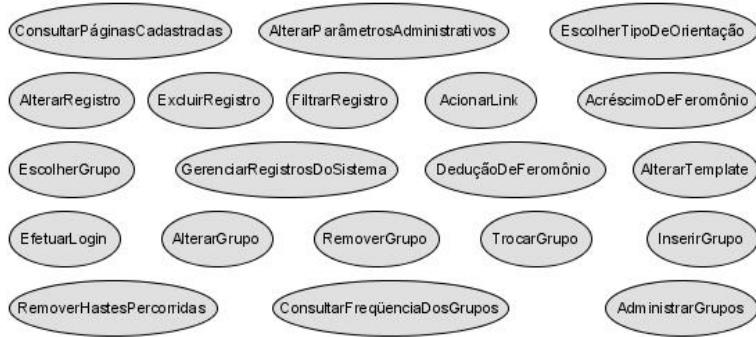


Figura 5.3: Levantamento dos casos de uso do sistema

Os levantamentos dos riscos do sistema estão descritos na Tabela 5.3; a coluna PO significa a probabilidade de ocorrência do risco.

Tabela 5.3: Levantamento dos riscos

| ID  | Risco   | Categoria | PO    |
|-----|---|-----------|-------|
| R1  | O sistema poderá tornar um <i>site</i> dinâmico mais lento, que o padrão aceitável.   | Técnico   | Média |
| R2  | O sistema poderá isolar certas áreas do <i>site</i> , criando áreas mortas.   | Técnico   | Baixa |
| R3  | Os algoritmos de ACO podem levar mais tempo que o previsto para serem desenvolvidos.  | Técnico   | Baixa |
| R4  | O sistema pode não ser aceito por ser lento ou não se enquadrar nos <i>websites</i> atuais.   | Negócio   | Baixa |
| R5  | Os algoritmos de ACO podem causar um maior custo de processamento que o esperado.   | Projeto   | Baixa |
| R6  | Pode-se deparar com dados de <i>backup</i> corrompidos.   | Técnico   | Baixa |
| R7  | O sistema pode não gerar a melhor sugestão de <i>link</i> para o usuário.   | Técnico   | Média |
| R8  | O usuário prefere procurar seu objetivo que utilizar o sistema de sugestão.   | Técnico   | Baixa |
| R9  | O sistema pode não funcionar caso o administrador do <i>website</i> hospedeiro não defina corretamente os grupos de interesse dos usuários. | Técnico   | Média |
| R10 | Usuários não são formigas, não há como prever seu comportamento no sistema proposto, podendo tornar o sistema completamente ineficaz.       | Técnico   | Média |

### 5.3.3 Especificação dos casos de uso

Nesta seção, estão especificados os diagramas de casos de uso, apresentando a interação entre os respectivos atores e o sistema, as condições especificadas e os possíveis fluxos alternativos.

A Figura 5.4 mostra a especificação do caso de uso *AcionarLink*.

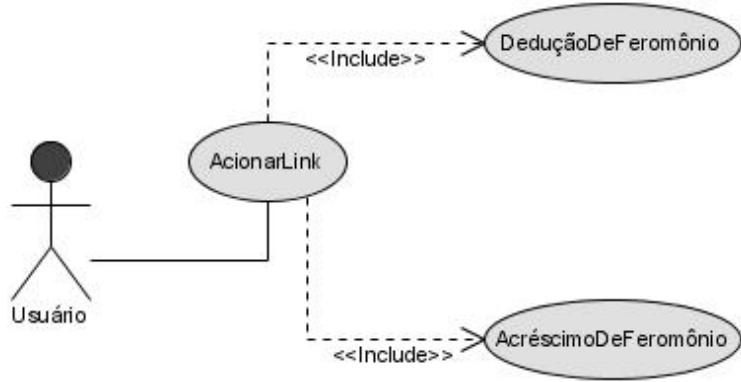


Figura 5.4: Especificação do caso de uso: *AcionarLink*

A Tabela 5.4 detalha a especificação do caso de uso *AcionarLink*.

Tabela 5.4: Especificação do caso de uso: *AcionarLink*

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> <i>AcionarLink</i>                                  |
| <b>Id:</b> UC01.1   |
| <b>Ator(es):</b> Usuário  |
| <b>Pré-condições:</b> O usuário deve ter escolhido um grupo.            |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. Usuário aciona um <i>link</i> do <i>site</i> .                       |
| <b>Pós-condições:</b> O usuário é redirecionado para a página acionada. |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.5 detalha a especificação do caso de uso DeduçãoDeFeromônio.

Tabela 5.5: Especificação do caso de uso: DeduçãoDeFeromônio

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> DeduçãoDeFeromônio                                  |
| <b>Id:</b> UC01.2   |
| <b>Ator(es):</b> Usuário  |
| <b>Pré-condições:</b> O usuário deve ter escolhido um grupo.            |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O sistema executa a rotina de dedução de feromônio.                  |
| <b>Pós-condições:</b> O usuário é redirecionado para a página acionada. |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.6 detalha a especificação do caso de uso AcréscimoDeFeromônio.

Tabela 5.6: Especificação do caso de uso: AcréscimoDeFeromônio

|  |
|--|
| <b>Caso de uso:</b> AcréscimoDeFeromônio   |
| <b>Id:</b> UC01.3  |
| <b>Ator(es):</b> Usuário   |
| <b>Pré-condições:</b> O usuário deve ter escolhido um grupo.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>   |
| 1. O sistema executa a rotina de acréscimo de feromônio, baseado no <i>link</i> acionado pelo usuário. |
| <b>Pós-condições:</b> O usuário é redirecionado para a página acionada.                                |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A  |

A Figura 5.5 mostra a especificação do caso de uso AdministrarGrupos.

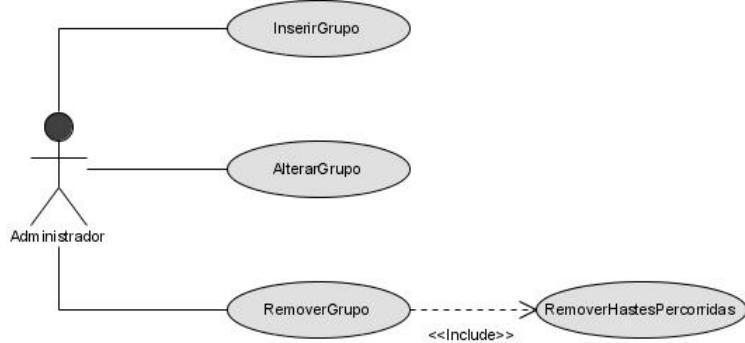


Figura 5.5: Especificação do caso de uso: AdministrarGrupos

A Tabela 5.7 detalha a especificação do caso de uso InserirGrupo.

Tabela 5.7: Especificação do caso de uso: InserirGrupo

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> InserirGrupo  |
| <b>Id:</b> UC02.1   |
| <b>Autor(es):</b> Administrador   |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador deverá informar o nome do novo grupo a ser inserido.   |
| <b>Pós-condições:</b> O administrador é redirecionado para página de gerenciamento, após a mensagem de registro inserido com sucesso. |
| <b>Fluxo alternativo:</b> Sistema informa que os dados não foram inseridos corretamente.  |

A Tabela 5.8 detalha a especificação do caso de uso AlterarGrupo.

Tabela 5.8: Especificação do caso de uso: AlterarGrupo

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> AlterarGrupo  |
| <b>Id:</b> UC02.2   |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador deverá informar o novo nome do grupo a ser alterado.   |
| <b>Pós-condições:</b> O administrador é redirecionado para página de gerenciamento, após a mensagem de "registro atualizado com sucesso". |
| <b>Fluxo alternativo:</b> Sistema informa que os dados não foram inseridos corretamente.  |

A Tabela 5.9 detalha a especificação do caso de uso RemoverGrupo.

Tabela 5.9: Especificação do caso de uso: RemoverGrupo

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> RemoverGrupo  |
| <b>Id:</b> UC02.3   |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador deverá escolher o grupo a ser removido;  |
| 2. O sistema deverá remover toda a trilha de feromônio dos usuários que escolheram o grupo removido.                                    |
| <b>Pós-condições:</b> O administrador é redirecionado para página de gerenciamento, após a mensagem de "registro removido com sucesso". |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Figura 5.6 mostra a especificação do caso de uso GerenciarRegistrosDoSistema.

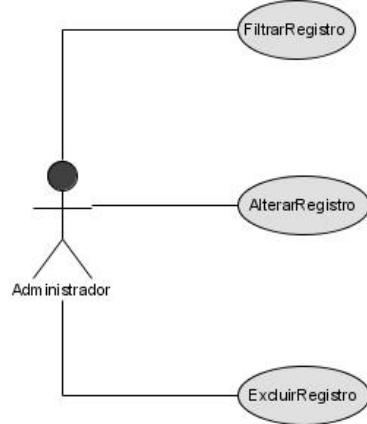


Figura 5.6: Especificação do caso de uso: GerenciarRegistrosDoSistema

A Tabela 5.10 detalha a especificação do caso de uso FiltrarRegistro.

Tabela 5.10: Especificação do caso de uso: FiltrarRegistro

|  |
|--|
| <b>Caso de uso:</b> FiltrarRegistro  |
| <b>Id:</b> UC03.1  |
| <b>Autor(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.  |
| <b>Fluxo de eventos:</b>   |
| 1. O administrador deverá digitar as iniciais da palavra que identifica o registro procurado em um <i>inputbox</i> , enquanto o sistema filtra os registros. |
| <b>Pós-condições:</b> O sistema exibe apenas registros contendo partes da palavra digitada.  |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A  |

A Tabela 5.11 detalha a especificação do caso de uso AlterarRegistro.

Tabela 5.11: Especificação do caso de uso: AlterarRegistro

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> AlterarRegistro   |
| <b>Id:</b> UC03.2   |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.                 |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador escolhe o registro a ser alterado.                                 |
| <b>Pós-condições:</b> O administrador é redirecionado para o formulário de alteração. |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.12 detalha a especificação do caso de uso ExcluirRegistro.

Tabela 5.12: Especificação do caso de uso: ExcluirRegistro

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> ExcluirRegistro   |
| <b>Id:</b> UC03.3   |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador escolhe o registro a ser excluído.   |
| <b>Pós-condições:</b> O administrador é redirecionado para página de gerenciamento, após a mensagem de "registro removido com sucesso". |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Figura 5.7 mostra a especificação do caso de uso global do sistema.

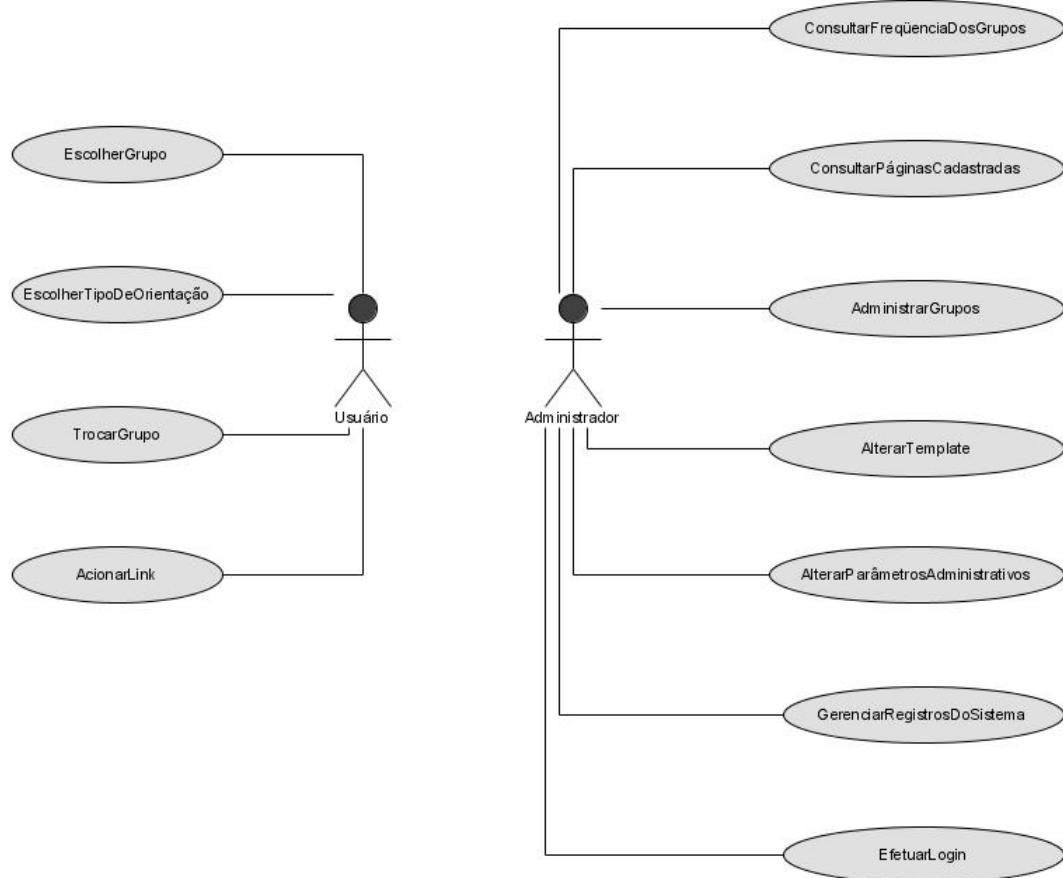


Figura 5.7: Diagrama de casos de uso

A Tabela 5.13 detalha a especificação do caso de uso EscolherGrupo.

Tabela 5.13: Especificação do caso de uso: EscolherGrupo

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> EscolherGrupo   |
| <b>Id:</b> UC0.1  |
| <b>Autor(es):</b> Usuário   |
| <b>Pré-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O usuário escolhe um dos grupos de acordo com sua relevância (para o mesmo).   |
| <b>Pós-condições:</b> O usuário é redirecionado para a tela principal do sistema. |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.14 detalha a especificação do caso de uso EscolherTipoDeOrientação.

Tabela 5.14: Especificação do caso de uso: EscolherTipoDeOrientação

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> EscolherTipoDeOrientação  |
| <b>Id:</b> UC0.2  |
| <b>Ator(es):</b> Usuário  |
| <b>Pré-condições:</b> O usuário deve ter escolhido um grupo.  |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário escolhe um dos tipos de orientação;</li> <li>2. O sistema informa as sugestões de acordo com a orientação escolhida.</li> </ol> |
| <b>Pós-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.15 detalha a especificação do caso de uso TrocarGrupo.

Tabela 5.15: Especificação do caso de uso: TrocarGrupo

|  |
|--|
| <b>Caso de uso:</b> TrocarGrupo  |
| <b>Id:</b> UC0.3   |
| <b>Ator(es):</b> Usuário   |
| <b>Pré-condições:</b> O usuário deve ter escolhido um grupo.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O usuário escolhe a opção para troca de grupo;</li> <li>2. A lista de grupos é exibida para que se possa escolher o novo grupo.</li> </ol> |
| <b>Pós-condições:</b> N/A  |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A  |

A Tabela 5.16 detalha a especificação do caso de uso ConsultarFrequenciaDosGrupos.

Tabela 5.16: Especificação do caso de uso: ConsultarFrequenciaDosGrupos

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> ConsultarFrequenciaDosGrupos                      |
| <b>Id:</b> UC0.4  |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema. |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador consulta quais são os grupos mais freqüentados.    |
| <b>Pós-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.17 detalha a especificação do caso de uso ConsultarPáginasCadastradas.

Tabela 5.17: Especificação do caso de uso: ConsultarPáginasCadastradas

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> ConsultarPáginasCadastradas   |
| <b>Id:</b> UC0.5  |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.                               |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador consulta todas as páginas percorridas pelos usuários e o seu nível de feromônio. |
| <b>Pós-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.18 detalha a especificação do caso de uso AlterarTemplate.

Tabela 5.18: Especificação do caso de uso: AlterarTemplate

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> AlterarTemplate   |
| <b>Id:</b> UC0.5  |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.                           |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador escolhe um novo <i>template</i> de interface ( <i>skin</i> ) para o sistema. |
| <b>Pós-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.19 detalha a especificação do caso de uso AlterarParâmetrosAdministrativos.

Tabela 5.19: Especificação do caso de uso: AlterarParâmetrosAdministrativos

|   |
|---|
| <b>Caso de uso:</b> AlterarParâmetrosAdministrativos  |
| <b>Id:</b> UC0.6  |
| <b>Ator(es):</b> Administrador  |
| <b>Pré-condições:</b> O administrador deverá estar logado no sistema.   |
| <b>Fluxo de eventos:</b>  |
| 1. O administrador altera os parâmetros administrativos do sistema: <ul style="list-style-type: none"><li>• login;</li><li>• senha;</li><li>• acréscimo de feromônio;</li><li>• taxa de evaporação;</li><li>• divisor da diferença da subtração: (agora) - (ultimo_acesso);</li></ul> |
| <b>Pós-condições:</b> N/A   |
| <b>Fluxo alternativo:</b> N/A   |

A Tabela 5.20 detalha a especificação do caso de uso EfetuarLogin.

Tabela 5.20: Especificação do caso de uso: EfetuarLogin

|  |
|--|
| <b>Caso de uso:</b> EfetuarLogin   |
| <b>Id:</b> UC0.6   |
| <b>Ator(es):</b> Administrador   |
| <b>Pré-condições:</b> N/A  |
| <b>Fluxo de eventos:</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O administrador informa login e senha;</li> <li>2. O sistema valida o acesso.</li> </ol> |
| <b>Pós-condições:</b> N/A  |
| <b>Fluxo alternativo 1:</b> Usuário não cadastrado   |
| <b>Fluxo alternativo 2:</b> Acesso negado  |

### 5.3.4 Diagramas de seqüência

O diagrama de seqüência demonstra a ordem temporal das trocas de mensagens entre os objetos envolvidos em um determinado processo. Tem como base um caso de uso e apóia-se no diagrama de classes para determinar quais os objetos envolvidos em determinado processo (SHISHIDO, 2007).

A Figura 5.8 mostra o diagrama de seqüência AcionarLink.

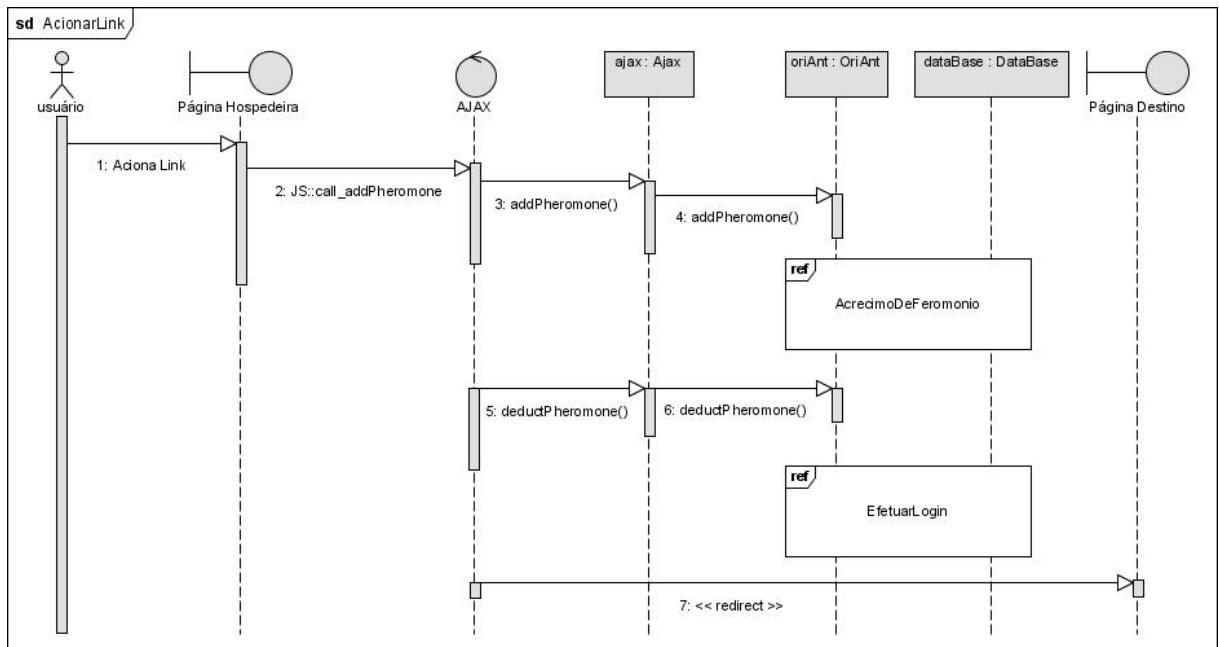


Figura 5.8: Diagrama de seqüência: AcionarLink

A Figura 5.9 mostra o diagrama de seqüência AcrescimoDeFeromonio.

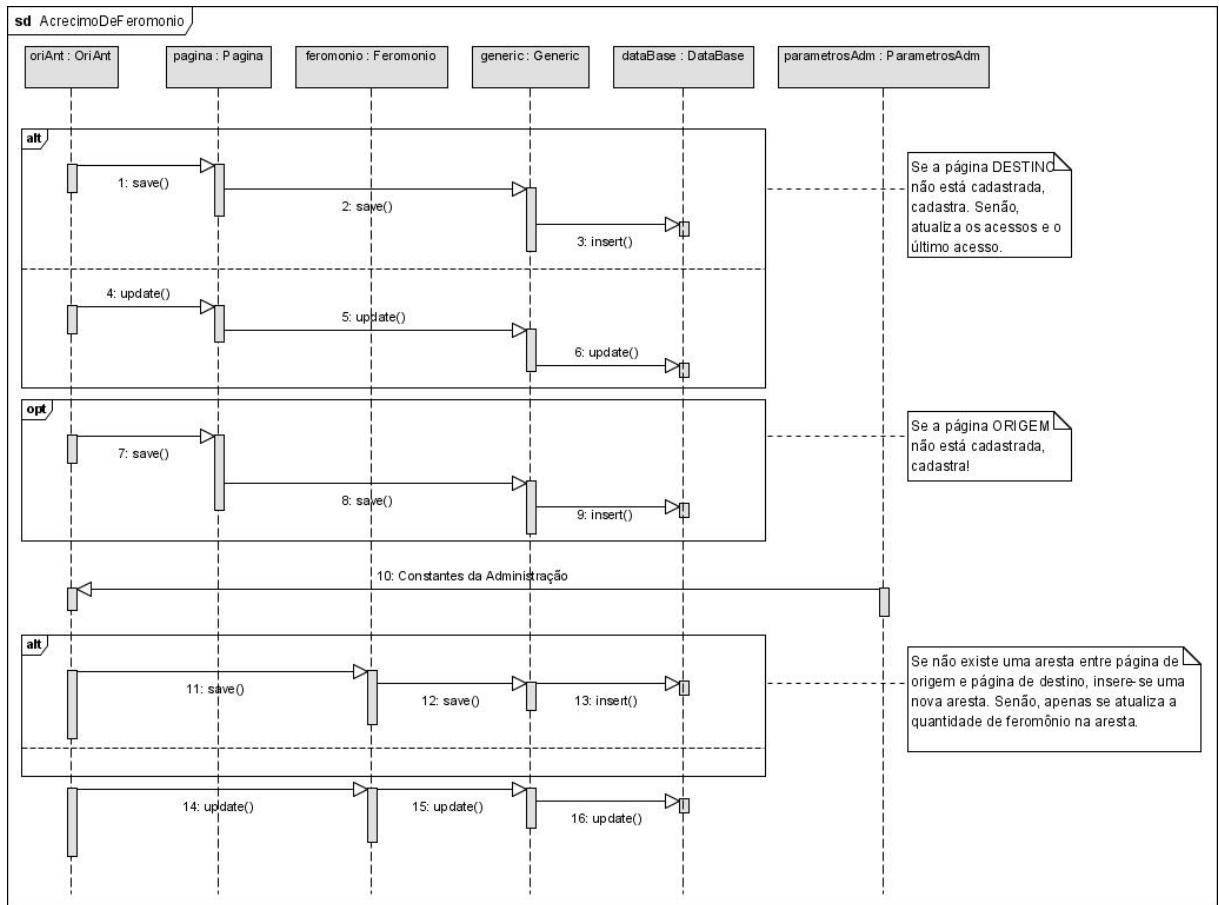


Figura 5.9: Diagrama de seqüência: AcrescimoDeFeromonio

A Figura 5.10 mostra o diagrama de seqüência AlterarGrupo.

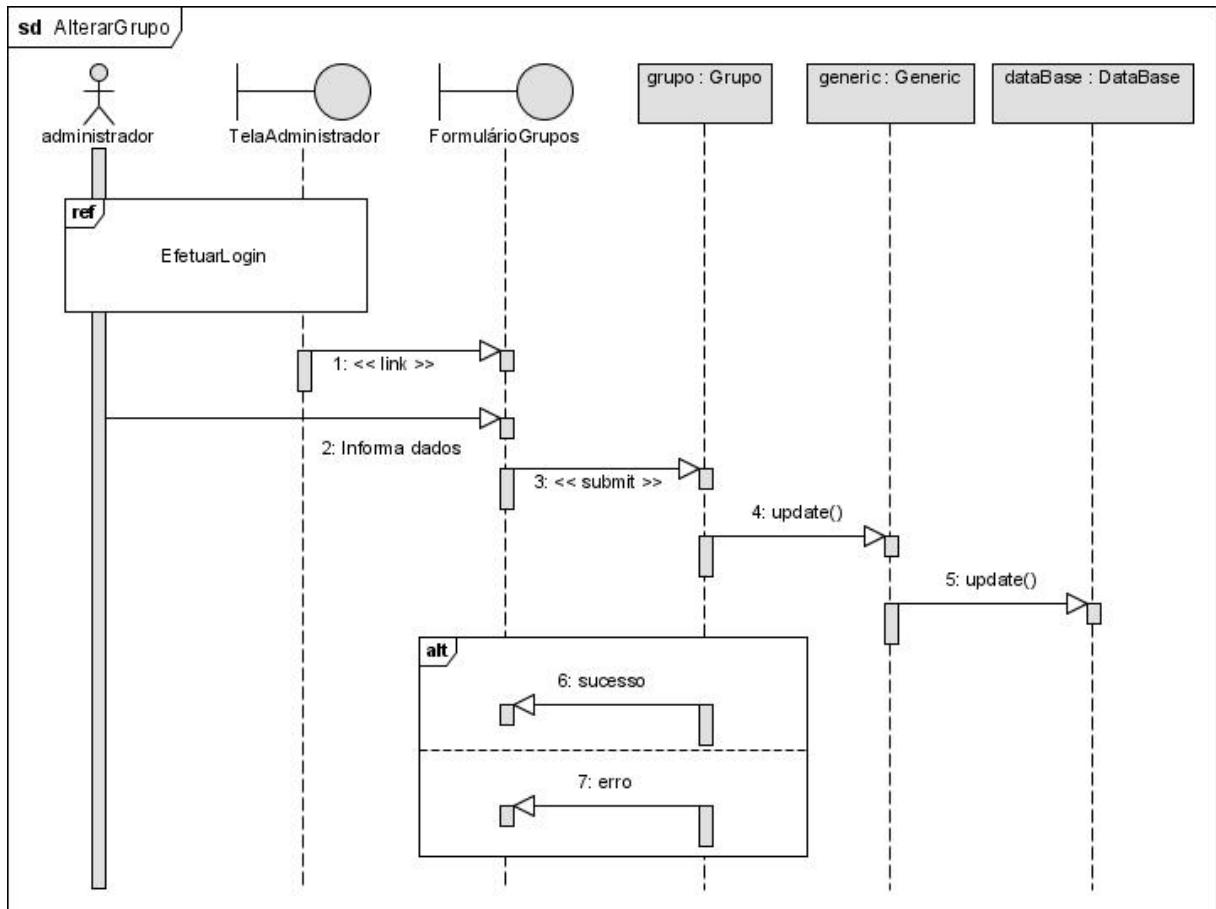


Figura 5.10: Diagrama de seqüência: AlterarGrupo

A Figura 5.11 mostra o diagrama de seqüência ConsultarPáginasCadastradas.

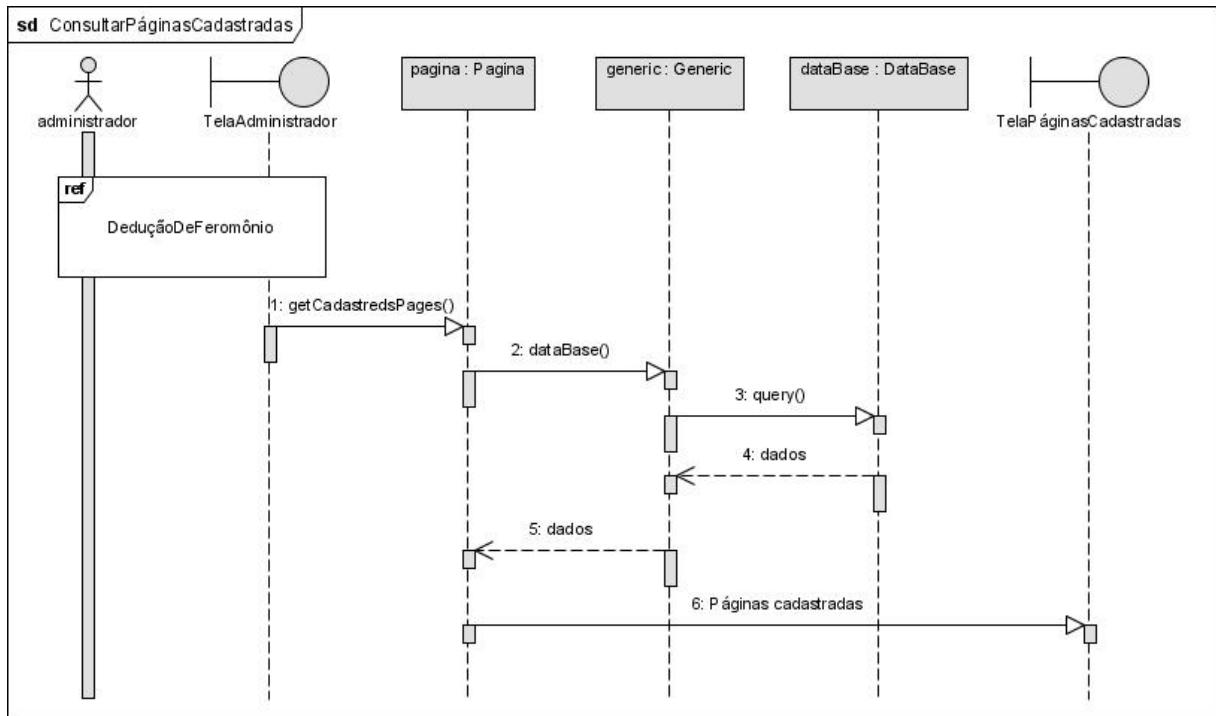


Figura 5.11: Diagrama de seqüência: ConsultarPáginasCadastradas

A Figura 5.12 mostra o diagrama de seqüência ConsultarFrequenciaDosGrupos.

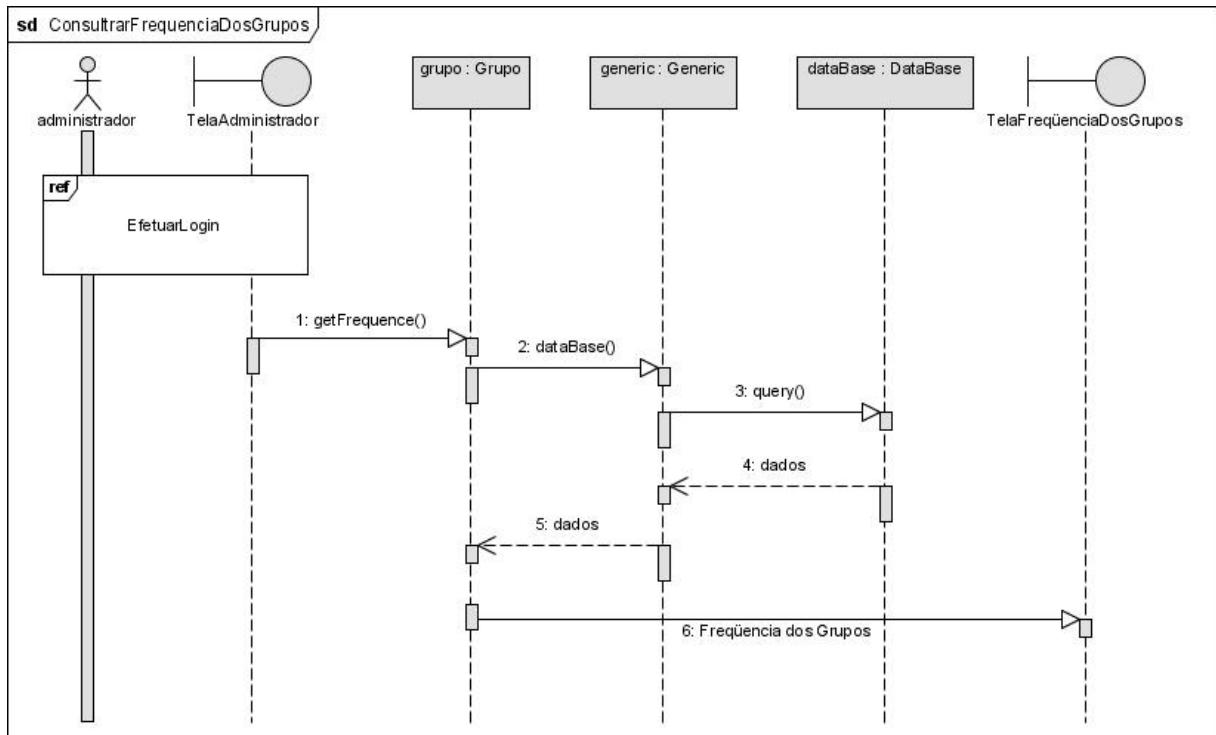


Figura 5.12: Diagrama de seqüência: ConsultarFrequenciaDosGrupos

A Figura 5.13 mostra o diagrama de seqüência DeducaoDeFeromonio.

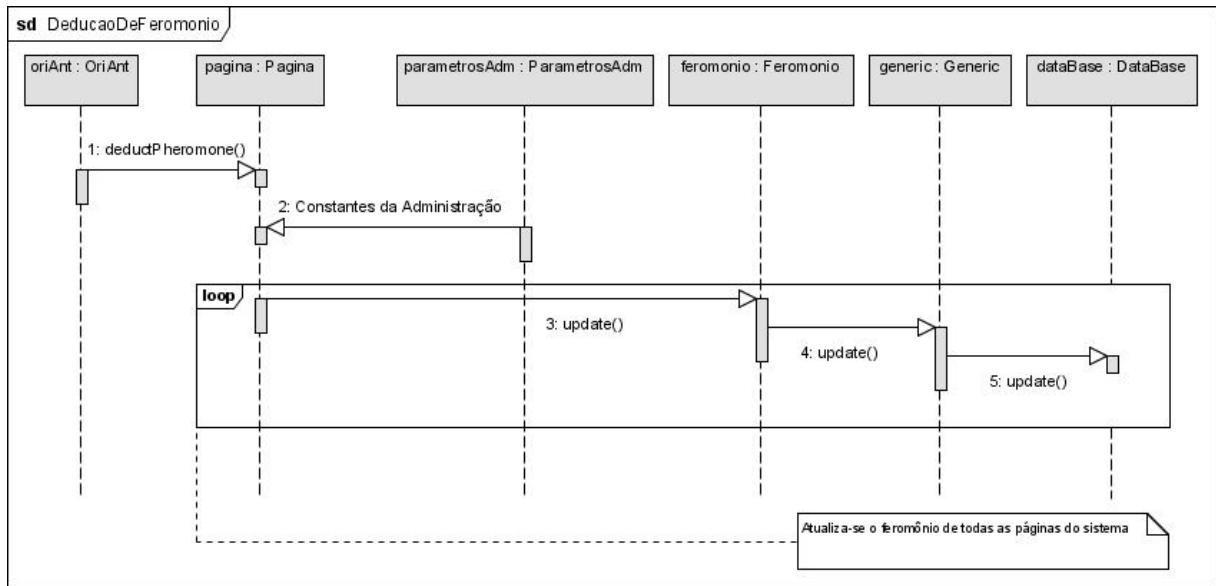


Figura 5.13: Diagrama de seqüência: DeducaoDeFeromonio

A Figura 5.14 mostra o diagrama de seqüência EfetuarLogin.

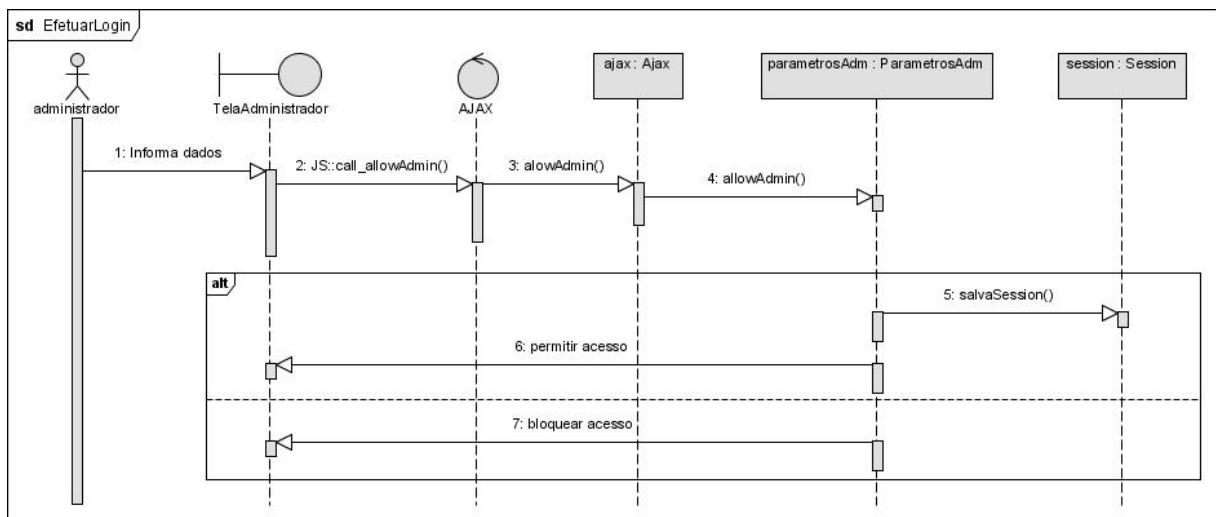


Figura 5.14: Diagrama de seqüência: EfetuarLogin

A Figura 5.15 mostra o diagrama de seqüência EscolherGrupo.

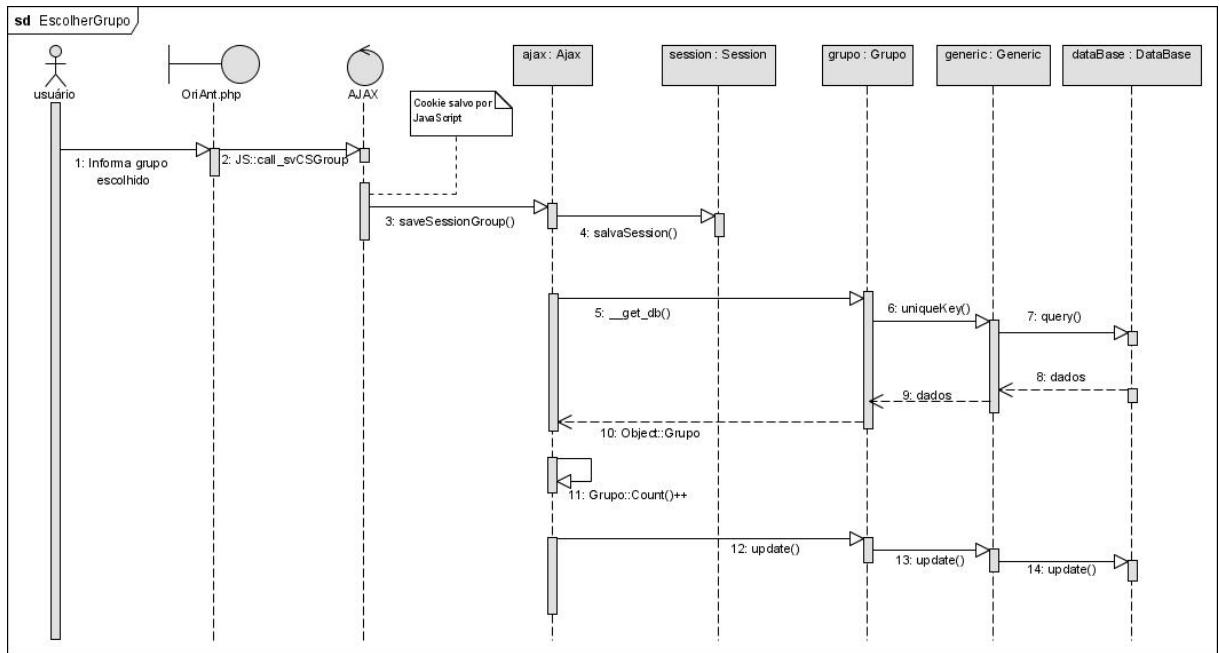


Figura 5.15: Diagrama de seqüência: EscolherGrupo

A Figura 5.16 mostra o diagrama de seqüência EscolherTipoDeOrientacao.

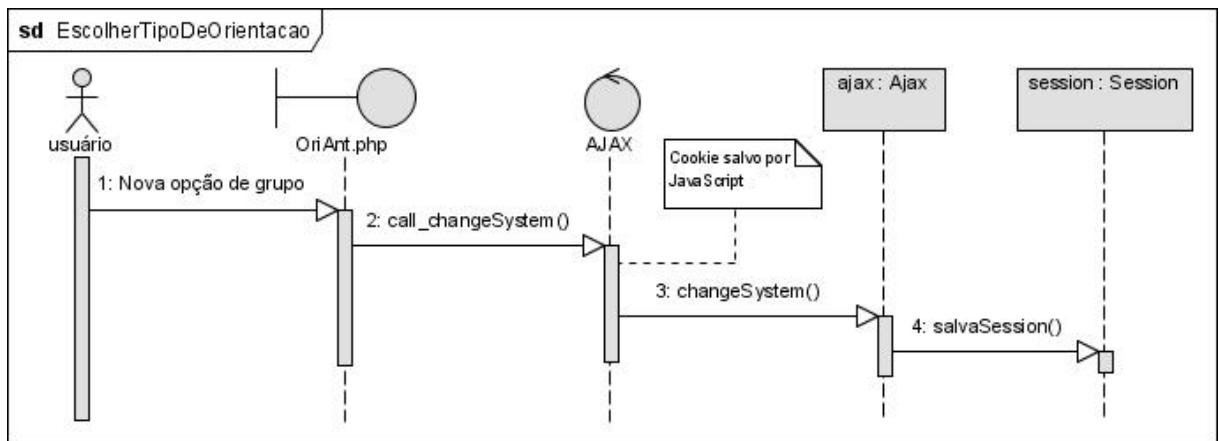


Figura 5.16: Diagrama de seqüência: EscolherTipoDeOrientacao

A Figura 5.17 mostra o diagrama de seqüência ExcluirGrupo.

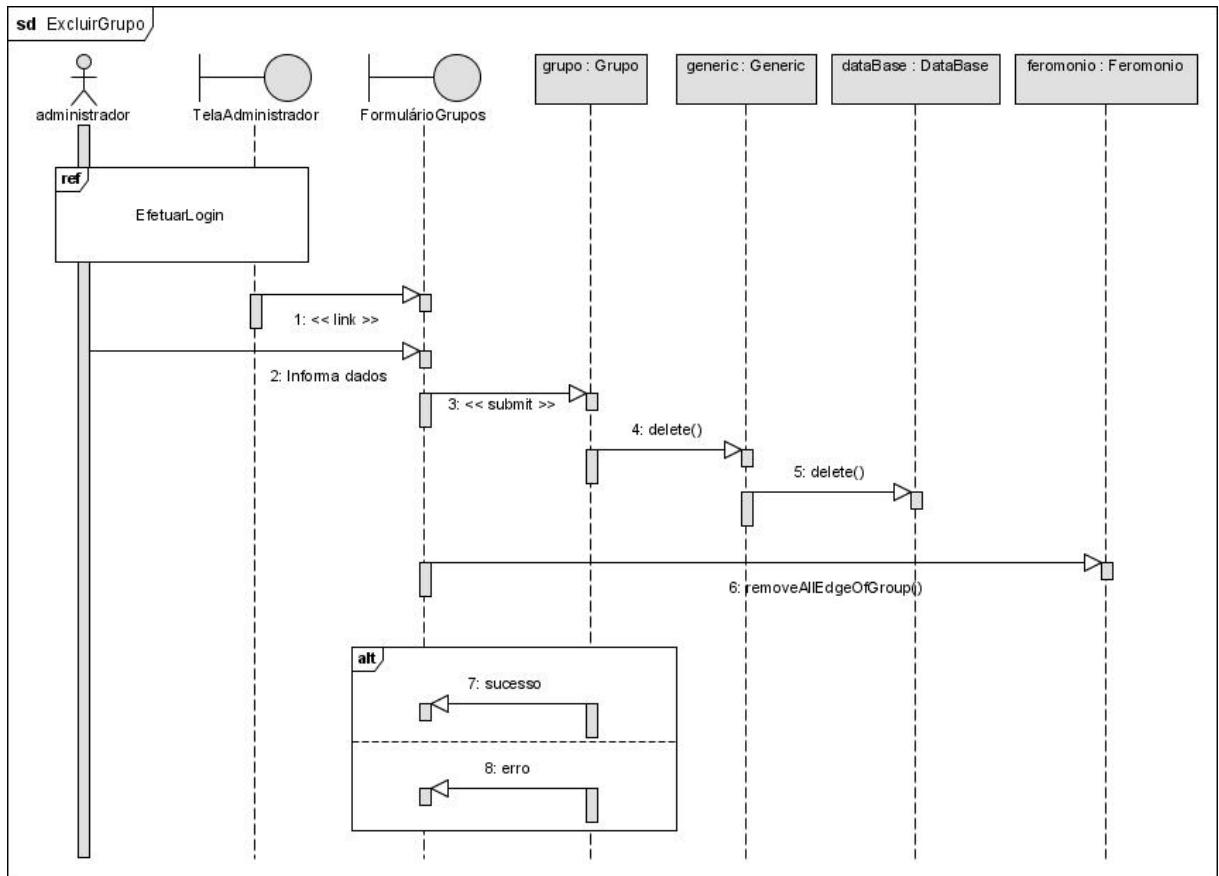


Figura 5.17: Diagrama de seqüência: ExcluirGrupo

A Figura 5.18 mostra o diagrama de seqüência InserirGrupo.

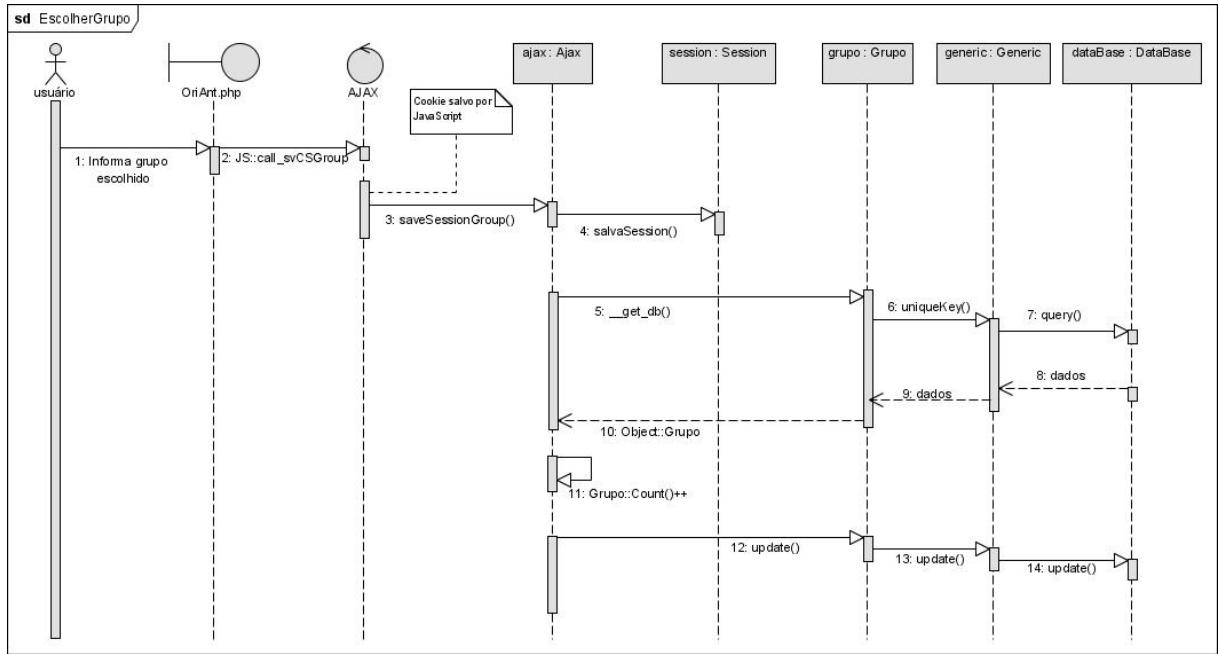


Figura 5.18: Diagrama de seqüência: InserirGrupo

A Figura 5.19 mostra o diagrama de seqüência TrocarGrupo.

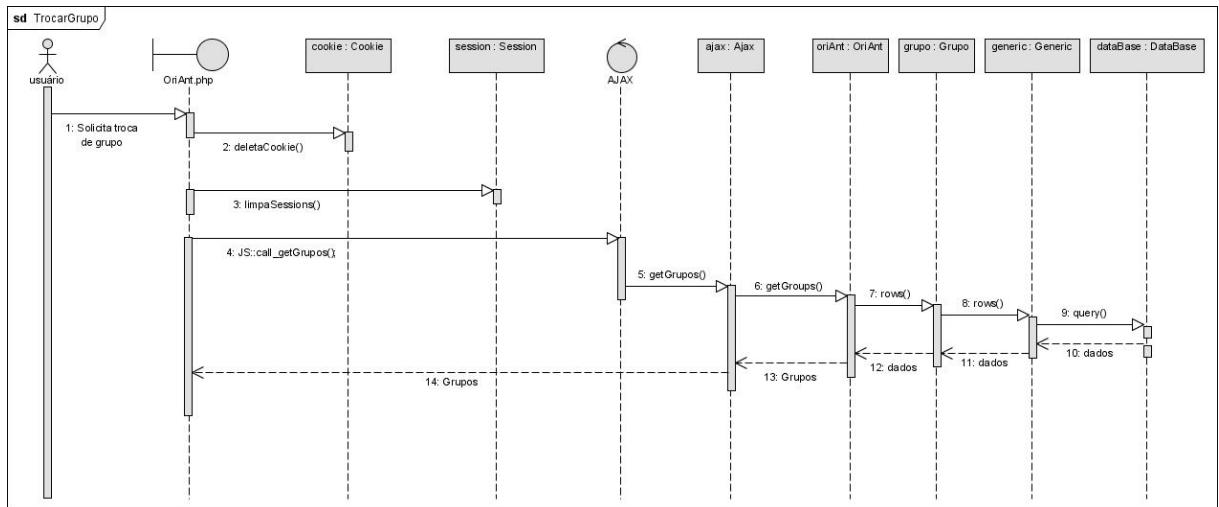


Figura 5.19: Diagrama de seqüência: TrocarGrupo

### 5.3.5 Diagrama de classes

O diagrama de classes serve de apoio para a maioria dos outros diagramas e mostra um conjunto de classes, interfaces e colaborações e seus relacionamentos. Como o próprio nome já diz, define a estrutura das classes utilizadas pelo sistema, determinando os atributos e métodos possuídos por cada classe, além de estabelecer como as classes se relacionam e trocam informações entre si (SHISHIDO, 2007).

Na Figura 5.20 pode-se observar o diagrama de classes elaborado para o projeto dividido em três principais segmentos: "*SpaceBrain*", que abriga as classes do *framework* desenvolvido, "*Classes*" que contém as classes do sistema e finalmente, "*Frameworks*" que mostra os demais recursos utilizados pelo sistema.

As Figuras 5.21, 5.22 e 5.23 mostram as classes de forma ampliada.

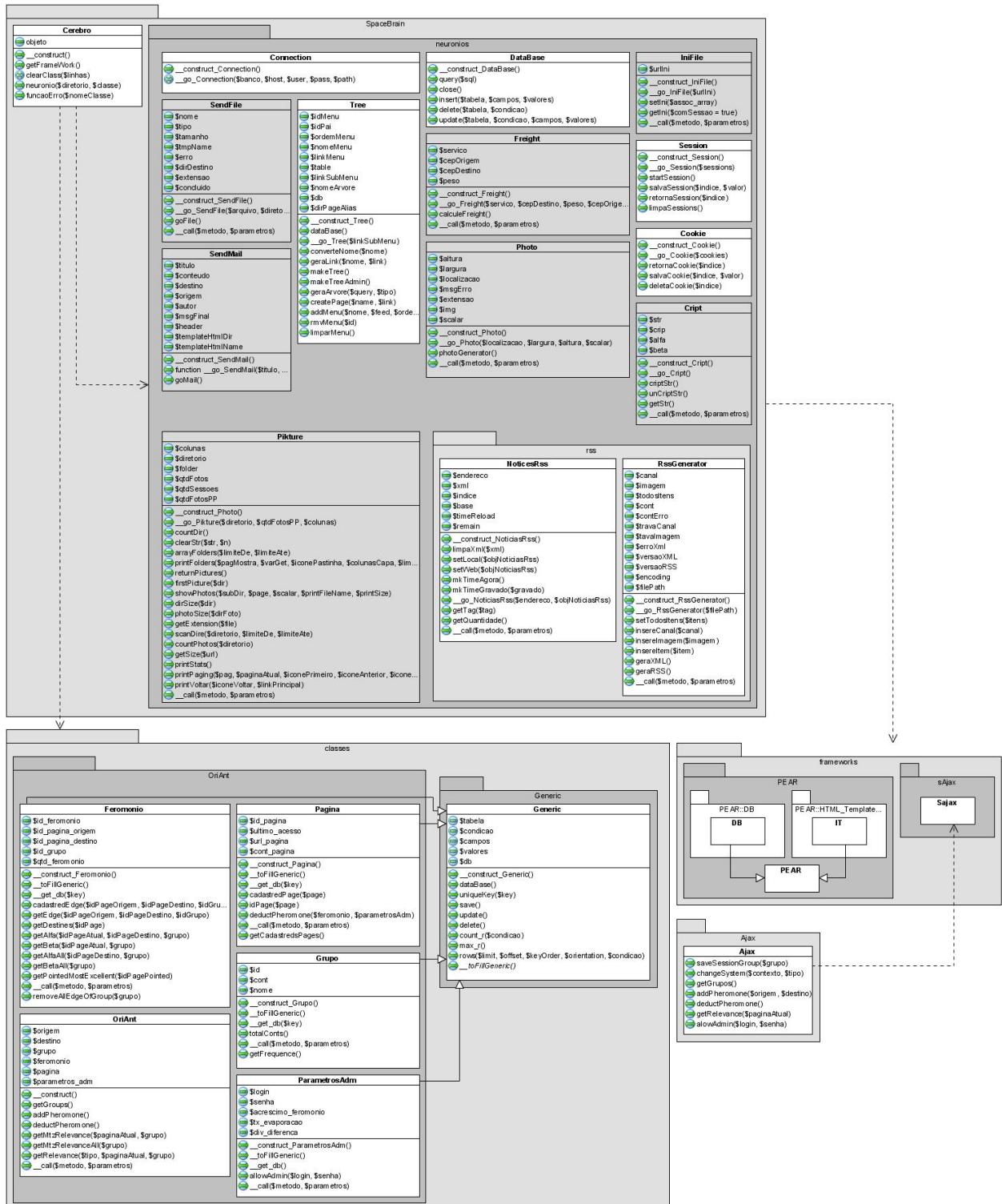
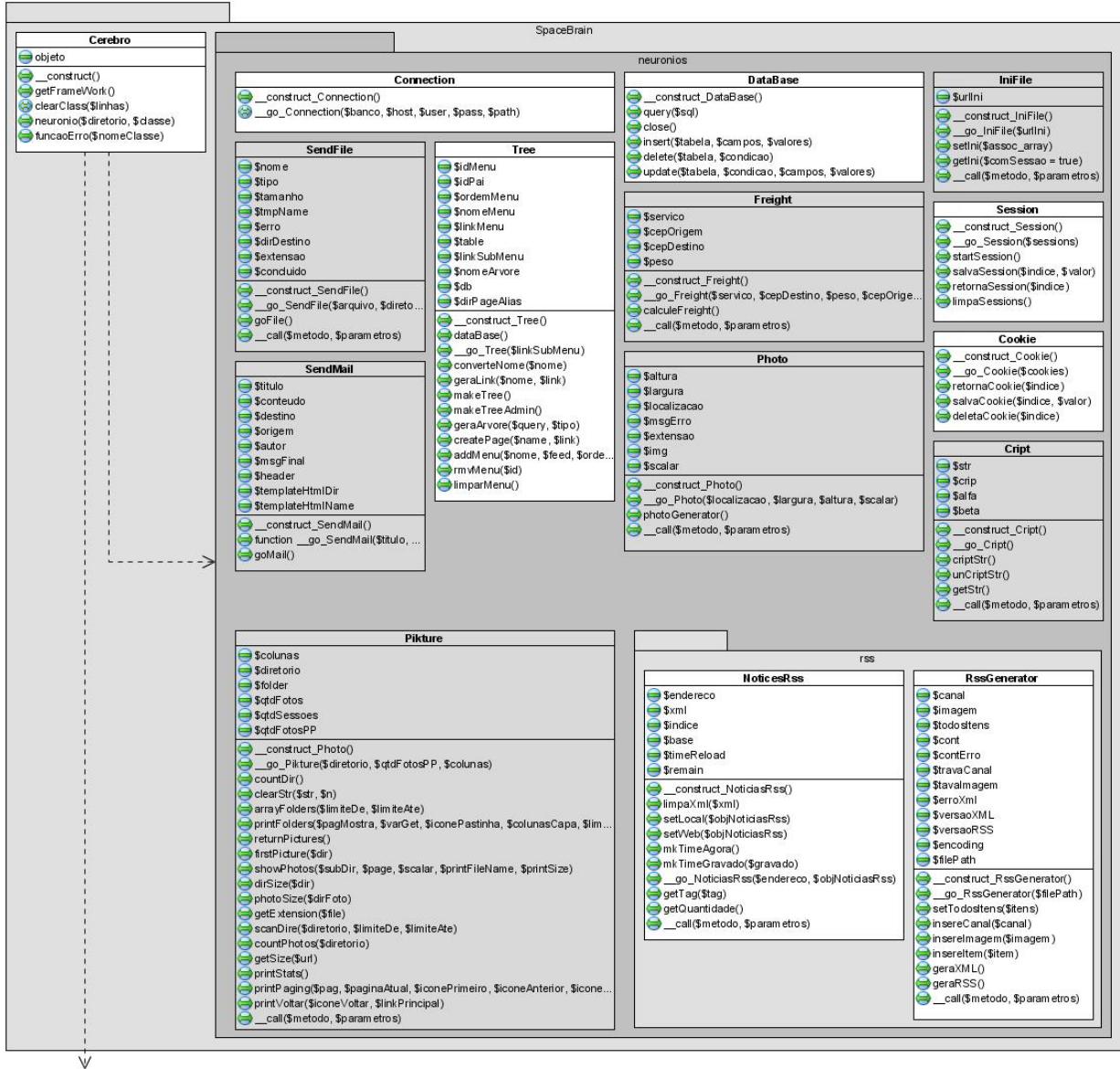


Figura 5.20: Diagrama de classes

Figura 5.21: Pacote *SpaceBrain*

Na Figura 5.21 as classes destacadas com um fundo claro são as classes utilizadas pelo sistema. O *framework* tem como objetivo integrar várias funcionalidades para o desenvolvimento de aplicações *web* e foi desenvolvido antes do projeto OriAnt, por esse motivo algumas de suas classes não foram utilizados nesse trabalho, mas fazem parte do pacote. As classes do pacote "SpaceBrain" utilizadas no trabalho, serão detalhadas na Seção 7.2 e as demais classes estão descritas no Apêndice F.

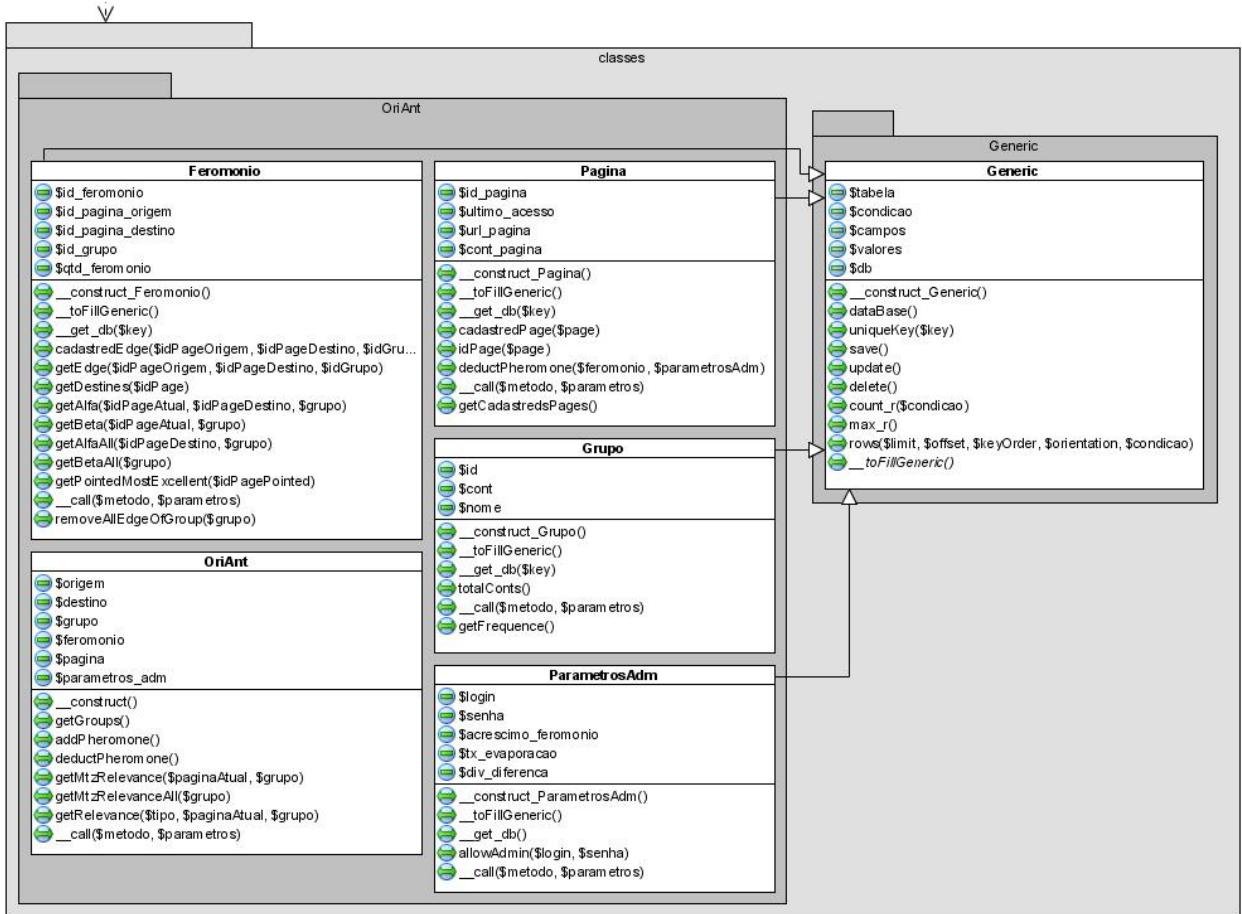


Figura 5.22: Pacote Classes

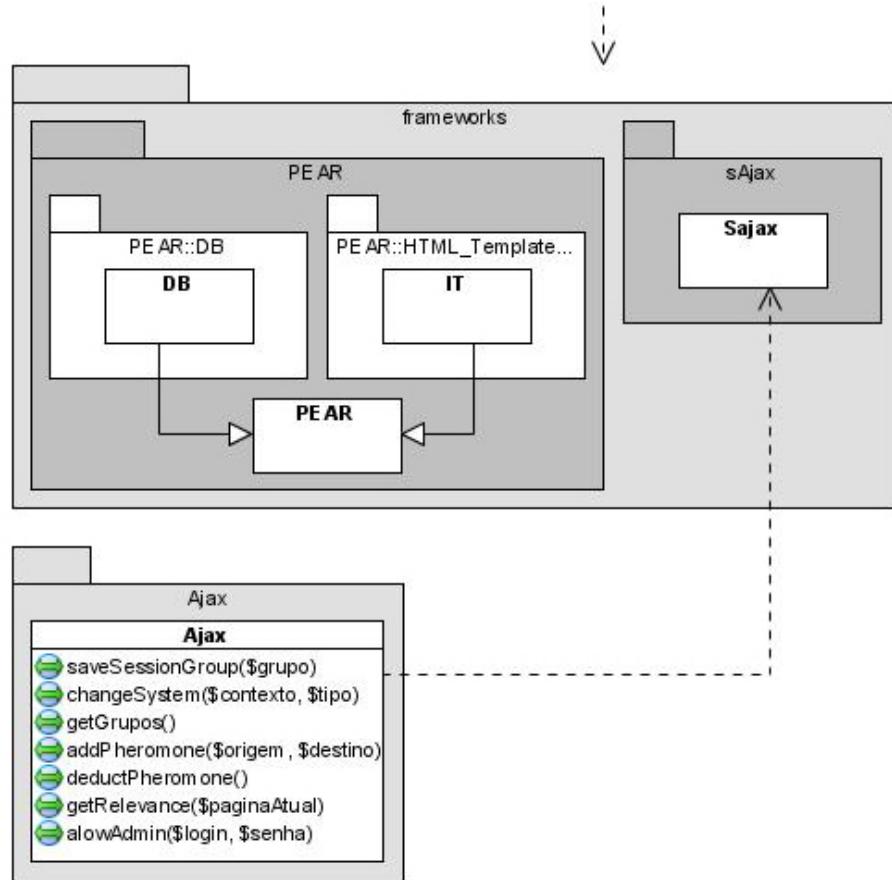


Figura 5.23: Pacote Frameworks

### 5.3.6 Modelo Relacional

Apesar da complexidade dos algoritmos desenvolvidos, o modelo relacional do projeto apresenta-se de forma simples.

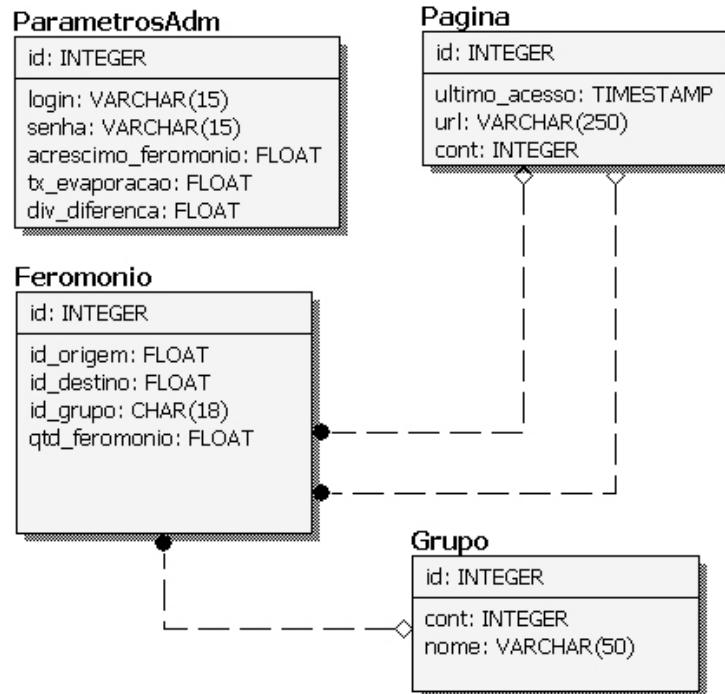


Figura 5.24: Modelo Relacional

Na Figura 5.24, pode-se observar as tabelas e os relacionamentos dos dados apresentados pelo modelo  $M$  na Seção 4.2.

### 5.3.7 Diagrama de pacotes

O Diagrama de Pacotes da Figura 5.25, representa os subsistemas ou sub-módulos encontrados no sistema principal (BOOCH et al., 2000).

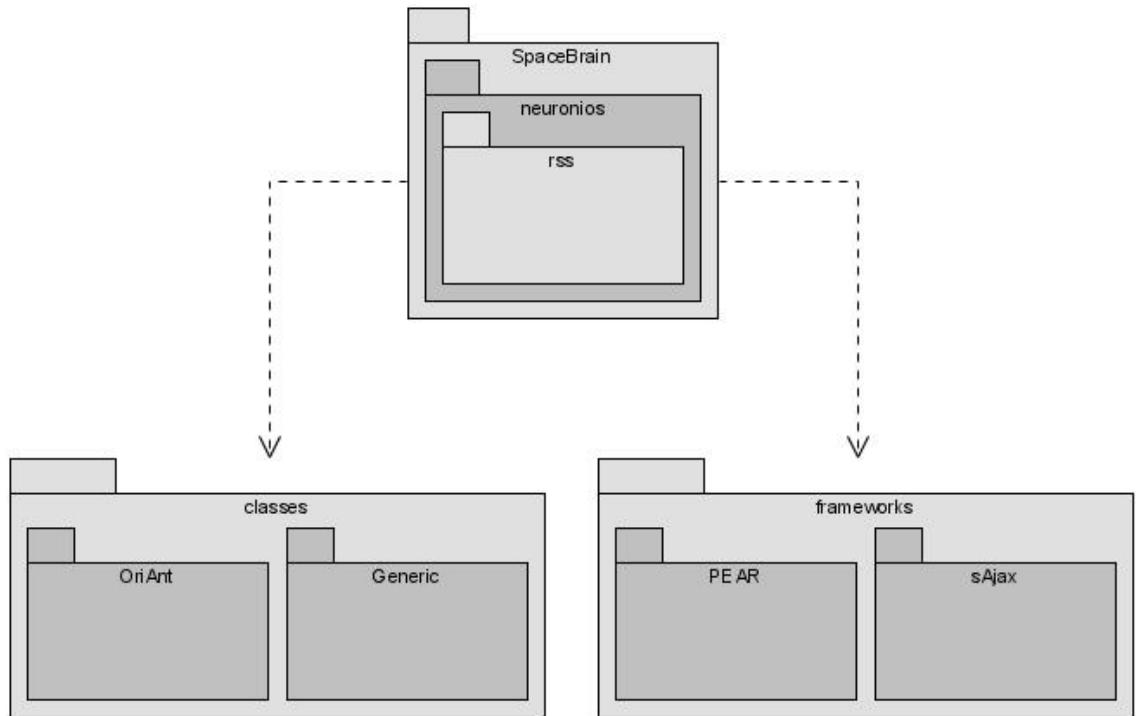


Figura 5.25: Diagrama de pacotes

### 5.3.8 Diagrama de implantação

O diagrama de implantação determina as necessidades de hardware do sistema, as características físicas como servidores, estações, topologias e protocolos de comunicação, ou seja, todo o aparato físico sobre o qual o sistema deverá ser executado (SHISHIDO, 2007).

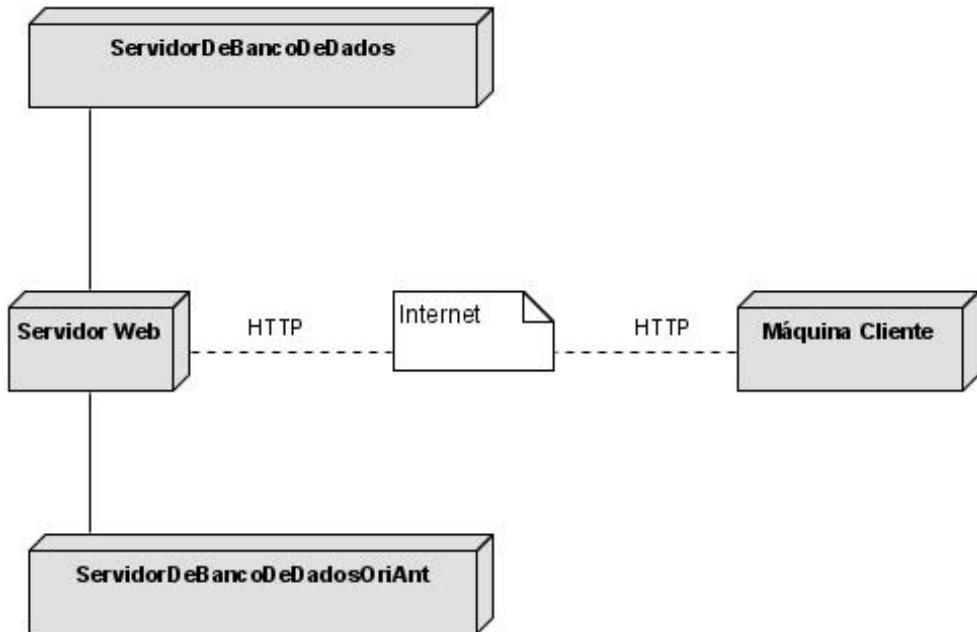


Figura 5.26: Diagrama de implantação

Na Figura 5.26, pode-se observar a interação da máquina cliente com o servidor *web* através do protocolo HTTP pela internet. O servidor *web* abriga os dois sistemas e acessa eventualmente dois bancos de dados, um deles necessários para computar os registros do sistema OriAnt e outro para armazenar os dados do *website* hospedeiro.

Para a implantação do sistema é necessário que o administrador do *website* hospedeiro copie todo o conteúdo de seu site para dentro da pasta PHP, localizada dentro da pasta "orient"; crie um novo banco de dados PostgreSQL, e carregue as tabelas do arquivo "orient/bd/sql/sql.sql". Ainda é necessário que se edite o arquivo de configuração "orient/conf/config.php", alterando as informações para conexão no banco de dados (nome, servidor, usuário e senha). Feito isso, já é possível utilizar o sistema OriAnt.

### 5.3.9 Diagrama de componentes

O diagrama de componentes está amplamente associado à linguagem de programação que será utilizada para desenvolver o sistema modelado. Esse diagrama representa os componentes do sistema quando este for implementado em termos de módulos de código-fonte, bibliotecas, formulários, arquivos de ajuda, módulos executáveis etc, e determina como esses componentes estarão estruturados e interagirão para que o sistema funcione de maneira adequada (SHISHIDO, 2007).

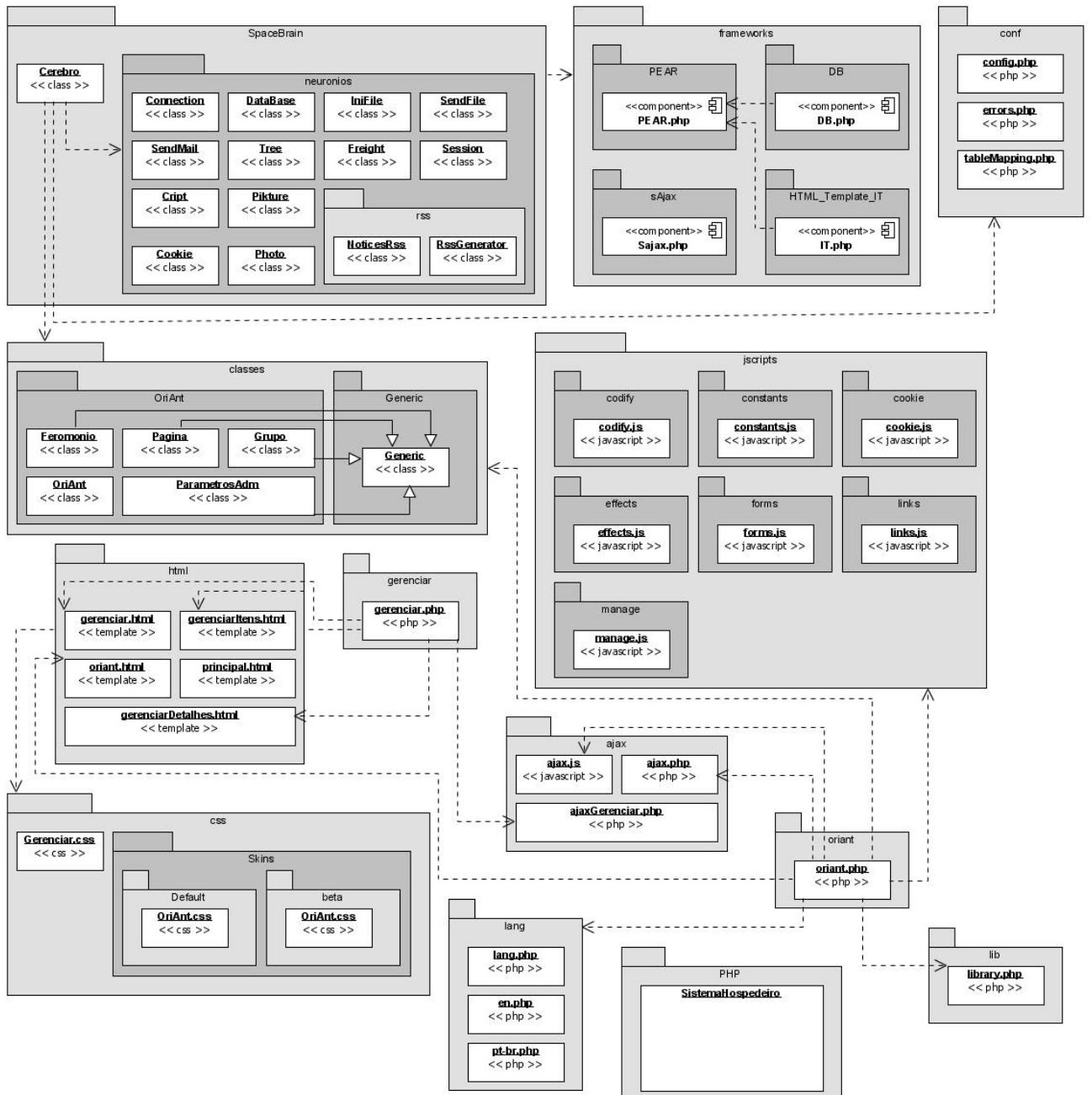


Figura 5.27: Diagrama de componentes

Na Figura 5.27, os pacotes: "SpaceBrain", "Frameworks" e "Classes" representam as classes

mostradas na Seção 5.3.5. Os componentes do pacote "javascript" são utilizados pela página principal localizada no pacote "orient" e estão descritos na Seção 8.1.5. O pacote "cont" possui os arquivos para: mapeamento das tabelas, tratamento de erros e configuração do sistema, descritos respectivamente nas Seções 7.3, 7.6 e 7.7. O pacote "HTML" e "CSS" são unidos e são formados pelos arquivos para elaboração dos *templates* de interface do sistema. O pacote "lang" é composto pelos arquivos de tradução do sistema. O pacote "ajax" abriga os arquivos para implementação das funcionalidades em AJAX. O pacote gerenciar é formado por um arquivo genérico para gerenciamento dos registros das tabelas do banco de dados, já detalhado na Seção 4.2.4. O pacote "lib" contém um arquivo com várias pequenas funcionalidades utilizadas pelo sistema, como geração de data, tratamento de strings, entre outros, e o pacote "php" abriga todo o *website* hospedeiro.

## **6 TECNOLOGIA**

Neste capítulo estão descritas as principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento do projeto.

### **6.1 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO**

*Hypertext PreProcessor* (PHP) é uma linguagem de *script* para uso em servidores. O servidor faz a codificação dos *scripts* PHP, retornando um resultado em HTML para o navegador do cliente. Este tipo de interação permite algumas operações complexas, possibilitando assim a elaboração de páginas dinâmicas (SILVA et al., 2003).

A escolha da linguagem está fortemente relacionada com o poder que esta oferece e o seu crescimento. A linguagem PHP vem crescendo exponencialmente nos últimos anos. No início de 1999, pouco mais de 50 mil sites utilizavam a linguagem PHP, enquanto que no início de 2003 esse número ultrapassava 10 milhões (NIEDERAUER, 2004).

Segundo Couto (2004), são vantagens do PHP:

- linguagem de fácil aprendizado;
- performance e estabilidade excelentes;
- código-aberto (não necessitando licença de uso e podendo alterá-lo conforme as necessidades);
- suporte nos principais servidores de páginas existentes;
- suporte aos principais bancos de dados existentes;
- multiplataforma e portável;
- Suporte a uma grande variedade de padrões e protocolos, como *eXtensible Markup Language* (XML), *Document Object Model* (DOM), *Internet Message Access Protocol* (IMAP), *Post Office Protocol* (POP3), *Lightweight Directory Access Protocol* (LDAP), HTTP, *File Transfer Protocol* (FTP), entre outros.

Neste trabalho, a linguagem PHP (em sua quinta versão) foi utilizada por implementar os paradigmas de orientação a objetos, tornando possível a implementação efetiva das classes projetadas, além da disponibilização de recursos exclusivos como a função *eval* que será explicada no Capítulo 8.

## 6.2 BANCO DE DADOS

A fim de demonstrar a portabilidade do sistema proposto, dois Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBDs) foram utilizados: o PostGreSQL, para abrigar as tabelas do sistema proposto (OriAnt); e o MySQL, para suporte ao subsistema desenvolvido, abrigando as tabelas descritas na Seção 9.1. Isso demonstra que não é necessário que o sistema hospedeiro utilize o mesmo banco de dados que o sistema desenvolvido.

O PostgreSQL é um SGBD objeto-relacional, que oferece mecanismos eficientes de segurança e integridade de dados, além de suportar SQL. É um *software* de livre distribuição e, em termos de recursos, pode ser comparado aos melhores bancos de dados comerciais existentes (NIEDE-RAUER, 2001).

O MySQL é um banco de dados, robusto e extremamente rápido, com todas as características existentes nos principais bancos de dados disponíveis no mercado. Uma de suas vantagens são suas licenças para uso gratuito, tanto para fins estudantis como para realização de negócios, possibilitando que empresas o utilizem livremente (MILANI, 2007).

## 6.3 SERVIDOR DE APLICAÇÃO

O servidor de aplicação utilizado neste trabalho foi o Apache, criado em 1995 por Rob McCool, então funcionário do *National Center for Supercomputing Applications* (NCSA), Universidade Independente. Numa pesquisa realizada em dezembro de 2005<sup>1</sup>, foi constatado que a utilização do Apache supera 60% nos servidores ativos no mundo.

O servidor é compatível com o protocolo HTTP versão 1.1. Suas funcionalidades são mantidas por uma estrutura de módulos, podendo inclusive, ao usuário, escrever seus próprios módulos utilizando a API do *software*.

É disponibilizado em versões para os sistemas *Windows*, *Novell Netware*, *OS/2* e diversos outros do padrão *POSIX* (*Unix*, *Linux*, *FreeBSD*, etc) (APACHE..., 2006).

---

<sup>1</sup>Pesquisa realizada pelo sítio netcraft <[http://news.netcraft.com/archives/2005/12/02/december\\_2005\\_web\\_server\\_survey.html](http://news.netcraft.com/archives/2005/12/02/december_2005_web_server_survey.html)>

## 7 FRAMEWORK SPACEBRAIN

Esse capítulo descreve o *framework* desenvolvido para a implementação do sistema.

### 7.1 CONCEITOS

Para o desenvolvimento do sistema, foi criado um *framework* denominado *SpaceBrain*, baseado no funcionamento básico do cérebro humano.

Segundo Cardim (2002), o sistema nervoso é responsável por fazer o ser humano interagir com o mundo e fazer a comunicação das partes do corpo entre si. Sem as milhares de células nervosas não seríamos capazes de perceber os cinco sentidos básicos (visão, audição, tato, paladar e olfato).

Os neurônios realizam suas funções transmitindo impulsos ao longo de suas fibras denominadas axônios. Os impulsos recebidos por um neurônio são armazenados numa função soma, onde seu valor é passado para frente pelo axônio desse neurônio, como pode ser visto na Figura 7.1 (CARDIM, 2002).

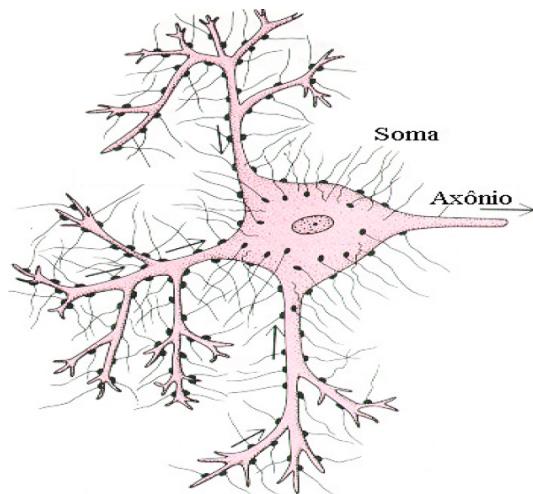


Figura 7.1: Funcionamento de um Neurônio Humano

Partindo desse princípio, os neurônios são representados por classes. Cada classe possui uma função e atua de forma independente. Por esse motivo os impulsos transmitidos no sistema nervoso foram desconsiderados. Os neurônios (classes) interagem entre si compartilhando recursos de forma cooperativa; entretanto, esse não é o principal objetivo, mas sim, possibilitar a chamada individual e não programada de qualquer um dos neurônios disponíveis.

Para a implementação do *framework* foram utilizadas algumas particularidades da linguagem de programação. Em PHP tem-se a função eval que permite que uma String com comandos da linguagem, seja executada (ver código 7.1), o que possibilitou a criação das classes em tempo de execução.

---

Código 7.1: Exemplo de utilização da função eval

---

```

1 <?php
2 $string = "class Pessoa{
3         public function toString(){
4             return 'classe pessoa';
5         }
6     }";
7 eval($string);
8 $pessoa = new Pessoa();
9 echo $pessoa->toString();
10 ?>

```

---

A classe principal <*Cerebro.php*> possui um único atributo <\$objeto> que é um *array* de objetos. Antes de se instanciar um novo neurônio, um método para tratamento de erros é anexado ao objeto, esse método é definido pela classe <*Cerebro.php*> e está presente em todos os neurônios para reportar eventuais erros do sistema. Após a inclusão do método de tratamento de erros esse neurônio é instanciado e armazenado em um posicionamento do *array* principal indexado com o nome do neurônio instanciado.

Em geral, cada neurônio pode ser invocado separadamente, entretanto, algumas classes poderão exigir uma ordem de invocação, como por exemplo em um sistema que se utilize banco de dados. Neste caso, um neurônio que utilize os dados deve ser instanciado após o neurônio de controle do banco de dados.

Para padronização do sistema e facilidade de manutenção, todas suas funcionalidades são incluídas na classe principal (*Cerebro.php*), dentre elas:

- *frameworks*: Sajax, PEAR::DB, PEAR::HTML\_Template\_IT e PEAR, (ver Seção 8.3.1).
- arquivos de configuração: config.php (ver Seção 7.7), tableMapping.php (ver Seção 7.3) e erros.php (ver Seção 7.6);
- classe genérica do sistema (ver Seção 7.4).

## 7.2 NEURÔNIOS

Com o intuito principal de reutilização de código, foi criada uma coleção de neurônios essenciais para a implementação de *websites* comerciais que englobam sistemas de *e-commerce*, *websites* institucionais, sistemas de notícias e galeria de fotos.

Dentre os neurônios desenvolvidos para o *framework* e implementados no sistema OriAnt estão:

- *connection*: neurônio responsável por estabelecer uma comunicação com o banco de dados. Basicamente ele coleta as constantes armazenadas no arquivo <config.php> (ver Seção 7.7), verifica a integridade das informações, invoca o *framework* PEAR::DB; e armazena o objeto numa variável global comum a todos os neurônios;
- *database*: neurônio responsável por realizar a manipulação do banco de dados, realiza consultas, inserções, alterações e exclusões;
- *cookie*: neurônio responsável por gerenciar as *cookies* do sistema. Com ele é possível inserir, remover ou visualizar uma *cookie* do sistema.
- *session*: neurônio responsável por gerenciar as sessões do sistema. É possível inserir, remover, visualizar ou limpar as sessões do sistema.

Outros neurônios foram criados para a implantação do subsistema de teste. São eles:

- *noticesrss*: neurônio responsável por interpretar notícias no formato *RDF Site Summary* (RSS). Esse neurônio pode ser considerado o núcleo do subsistema de testes, implementando a maioria das funcionalidades necessárias;
- *tree*: neurônio responsável por gerar menu em formato de árvore. É possível inserir e remover nodos do menu em formato de árvore.

E ainda foram desenvolvidos neurônios extras para funcionalidades não implementadas no sistema, que podem ser vistos no apêndice F.

## 7.3 MAPEAMENTO DAS TABELAS DO SISTEMA

Uma das grandes dificuldades da programação orientada a objetos é a persistência dos objetos. Para minimizar essas dificuldades várias técnicas existem para abstrair o armazenamento indivi-

dual de cada atributo no banco de dados, entre elas os bancos de dados orientados a objetos e mapeamento objeto-relacional.

Neste trabalho, implementou-se os conceitos da técnica de mapeamento objeto-relacional, entretanto, sem a utilização de XML. Para cada tabela do sistema, cria-se um *array* correspondente em um arquivo apropriado, indicando o nome da tabela e quais são os seus campos. Os atributos das classes são gerados na mesma ordem que os elementos do *array*, sendo que o primeiro atributo sempre é sua chave primária. Feito isso, uma classe genérica (ver Seção 7.4) que é herdada por todas as classes do sistema, efetua operações básicas de inserção, exclusão, busca e alteração.

Um pequeno exemplo de como o mapeamento foi feito é transcrito no Código 7.2.

---

Código 7.2: Trecho de código demonstrando mapeamento da tabela feromônio

---

```

1  <?php
2  class Feromonio extends Generic{
3      /**
4      * Atributos
5      */
6      protected
7          $id_feromonio      = '',
8          $id_pagina_origem = '',
9          $id_pagina_destino = '',
10         $id_grupo          = '',
11         $qtd_feromonio    = '';
12     ...
13 }
14 $tabelaMap['feromonio'] = 'feromonio';
15 $camposMap['feromonio'] = array('id',
16                                 'id_origem',
17                                 'id_destino',
18                                 'id_grupo',
19                                 'qtd_feromonio'
20 );
21 $aliasMap['feromonio'] = array('identificação',
22                               'identificação da página de origem',
23                               'identificação da página de destino',
24                               'identificação do grupo',
25                               'quantidade de feromônio'
26 );
27 ?>

```

---

No Código 7.2, observa-se a declaração dos atributos da classe feromônio nas linhas 7 a 11. Em um arquivo separado são criados três *arrays* indexados pelo nome da tabela no exemplo: "feromonio"; o *array* \$tabelaMap ['feromonio'] armazena o nome da tabela do banco de dados, o *array* \$camposMap ['feromonio'] armazena o nome dos campos do banco de dados e finalmente o *array* \$aliasMap ['feromonio'] armazena os nomes de exibição, para cada um dos campos.

## 7.4 CLASSE GENÉRICA

A classe abstrata `<Generic.php>` é responsável por montar o esqueleto de um objeto que deva ser salvo no banco de dados, suas classes herdeiras devem ser classes pertinentes ao sistema e não neurônios, já que os neurônios têm sua funcionalidade específica.

A classe genérica armazena quatro atributos básicos:

- `$tabela`: armazena em uma *string* o nome da tabela;
- `$condicao`: armazena em uma *string* a condição para a execução das cláusulas *update* e *delete*;
- `$campos(array)`: armazena um *array* com os campos da tabela onde os dados serão armazenados;
- `$valores(array)`: armazena os valores que serão inseridos na tabela.

Para o preenchimento obrigatório desses atributos a classe genérica implementa um novo método abstrato denominado `__toFillGeneric`. As principais funcionalidades da classe genérica são:

- `uniqueKey($key)`: retorna um registro único do banco de dados com a *primary key* igual a `$key` passada como parâmetro;
- `save`: salva os atributos do objeto atual no banco de dados;
- `update`: atualiza os dados armazenados, substituindo-os pelos atributos atuais do objeto;
- `delete`: exclui o registro do banco de dados.

A classe genérica está transcrita no apêndice G.

## 7.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO FRAMEWORK

Como vantagem pode-se destacar que o *framework* possibilita o controle de qualquer neurônio a qualquer momento e em qualquer parte do sistema. Assim que se invoca um neurônio, ele persiste enquanto a classe cérebro existir, além disso, ainda é possível observar que o *framework* é modularizado, pois muitas funcionalidades gerais ficam separadas da regra de negócios principal do sistema.

Uma das desvantagens é que com a implementação do *framework* se perde o método construtor dos neurônios, pois os objetos são criados em tempo de execução e no momento dessa construção ainda não é possível passar parâmetros para o construtor, todos os métodos construtores são substituídos por métodos que podem ser invocados depois da criação. Outro ponto negativo é que os neurônios não podem ser herdados ou herdar nenhuma classe.

## 7.6 TRATAMENTO DE ERROS

Para que o usuário fique ciente dos eventuais erros do sistema, criou-se um método de tratamento de erros. Cada neurônio, ao ser criado, implementa uma funcionalidade adicionada pela classe `Cerebro.php`. Esse método é invocado em todas as situações de exceção no sistema e mostra uma mensagem de acordo com uma constante de erro definida em um arquivo separado. Nesse arquivo, estão em formato de *array* todas as mensagens que serão exibidas para os usuários indexadas por uma palavra-chave.

O arquivo de constante de erros está transcrito no apêndice H.

## 7.7 ARQUIVO DE CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA

Para padronizar as configurações do sistema, um arquivo foi definido para manter constantes utilizadas por ele. São elas: constantes para configuração do banco de dados, envio de *e-mails*, envio de arquivos, geração de fotos, indexar *cookies* e constantes para indexar sessões.

## 8 DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento foram utilizados alguns recursos a fim de ampliar as funcionalidades do sistema e maximizar a interação com o usuário, tornando possível a abstração do processamento das informações fornecidas pelos usuários e facilitando a administração e utilização do sistema.

### 8.1 RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO

Serão brevemente descritos os recursos utilizados no desenvolvimento, bem como suas aplicações e funcionalidades. A Seção 8.2 descreve o suporte a internacionalização e a Seção 8.3 descreve os demais *frameworks* utilizados neste trabalho.

#### 8.1.1 CSS

*Cascading Style Sheets* (CSS) são folhas de estilos para páginas *web* que possibilitam a mudança da aparência simultânea de todas as páginas relacionadas com o mesmo estilo.

Ao invés de colocar a formatação dentro do código, o programador cria uma ligação para uma página que contém os estilos, procedendo de forma idêntica para todas as páginas de um portal. Quando quiser alterar a aparência do portal, basta, portanto, modificar apenas um arquivo (AMARAL, 2001).

As folhas de estilo CSS foram utilizadas para a customização da camada de apoio à navegação, a fim de tornar a camada semelhante ao estilo do *website* hospedeiro. Com esse recurso foi possível a personalização de alguns *templates* pré-criados, e a flexibilidade para criação de novos *layouts*.

Ao substituir ou reescrever o arquivo CSS, é possível a alteração de fontes, posicionamento dos blocos, figuras e etc. Esse recurso foi proporcionado principalmente pela aliança das folhas de estilo CSS ao recurso *tableless* (Ver Seção 8.1.2).

#### 8.1.2 TABLELESS

Com intuito de padronizar a *web* o *World Wide Web Consortium* (W3C) criou linguagens básicas para publicação de conteúdo na Internet, como por exemplo: HTML, CSS, *Scalable Vectorial Graphics* (SVG), XML, entre outros. Essa linguagens são chamadas de *web standards* (padrões

*web).*

Para seguir os padrões recomendados pela W3C, deve-se utilizar cada *tag* de acordo com o propósito definido nas regras da linguagem. Por exemplo, a *tag* "h1" deve ser utilizada apenas para títulos de primeiro nível, "p" deve ser utilizada para parágrafos e a *tag* "table" deve ser utilizada exclusivamente para exibição de dados tabulares.

Segundo Santos (2006), *tableless* é um método de construção de sites utilizando padrões *web* (*web standards*) como guia. Assim, a utilização de *tableless* propõe que não se deve utilizar tabelas para construir o layout geral de um site, mas apenas para dados tabulares.

Neste trabalho, todas as páginas em HTML foram desenvolvidas com a metodologia *tableless*, o que facilitou a disponibilização de diferentes *layouts* com o mesmo conteúdo.

Para exemplificar os conceitos de HTML, CSS e *tableless*, foram transcritos alguns códigos que podem ser vistos no apêndice E.1.

### 8.1.3 RSS

O RSS é uma especificação para distribuição de conteúdo através da utilização da linguagem XML (HAMMERSLEY, 2003). Essa especificação surgiu com objetivo de padronizar a forma de distribuição de conteúdos estruturados existentes na Internet. A distribuição do conteúdo estruturado, neste contexto, é representada através do termo "*feed*". Um *feed* pode ser definido como qualquer informação importante disponível em um *site*, como por exemplo, notícias, artigos, histórias, entre outros.

Um *feed* é distribuído por arquivos de extensão .xml, .rss ou .rdf, e referenciado através de uma URL (<http://rss.terra.com.br/0,,EI1,00.xml>). Sua distribuição também pode ser realizada por um *script* que tenha embutido em si uma função de retorno a tais documentos. Para que um arquivo seja reconhecido como RSS deve-se seguir as especificações definidas no padrão RSS.

A especificação RSS foi utilizada na construção do subsistemas para testes (ver Capítulo 9). O núcleo do subsistema consiste na extração e exibição de *feeds* de arquivos RSS pré-definidos pelo administrador.



Figura 8.1: Representação do funcionamento do RSS

A Figura 8.1, demonstra a interação dos *feeds* RSS. Um servidor normalmente extraí as informações que deseja compartilhar de um banco de dados e cria um arquivo RSS em seu domínio. Para que um sistema externo acesse essa informações, ele abre o arquivo disponibilizado e extrai as informações das tags.

Um trecho de um *feed* pode ser visto no apêndice E.2.

### 8.1.4 AJAX

O *Asynchronous JavaScript and XML* (AJAX) pode ser descrito como:

Um acrônimo consagrado muito recentemente por Jesse James Garret, da Adaptive Path, e significa Asynchronous JavaScript and XML (JavaScript e XML assíncrono), porém o que temos é muito mais mais que a junção de JavaScript com XML, é todo um conceito de navegação e atualização de páginas web. Algumas partes descritas na definição de AJAX não são novas, as quais muitas vezes foram denominadas de DHTML (HTML Dinâmico) e Script Remoto (SOARES, 2006).

O AJAX teve destaque quando ofereceu uma solução para um velho problema da Internet, a interação de forma síncrona, que exige a atualização completa da página para cada solicitação. Outras técnicas foram utilizadas na tentativa de amenizar esse problema, como a utilização de pré-carregamento dos dados. *Frames* e *iframes* (permite que diferentes arquivos HTML componham a mesma página) nunca resolveram o problema da maneira eficiente. Em alguns casos, apenas davam a falsa impressão de que a página não era toda atualizada, quando na verdade, os dados já estavam carregados e apenas eram escondidos até serem necessários.

Com o AJAX atualiza-se apenas os dados que realmente foram modificados em uma página, obtendo melhor desempenho e interatividade com o usuário.

Neste trabalho, a utilização do AJAX foi de extrema importância, pois a necessidade de transparência para o usuário era essencial. Ao se acionar um *link* aparentemente nada acontece, entretanto, é nesse momento que o algoritmo de computação do feromônio é acionado.

Um trecho de código mostrando o a interação AJAX pode ser vista no apêndice E.3.

### 8.1.5 JAVASCRIPT

JavaScript é uma linguagem de programação que proporciona maior interatividade com os usuários. Os programas feitos em JavaScript permitem que praticamente todas as aplicações sejam manipuladas no *browser* do usuário, desde validação de formulários, apresentação de novas janelas, manipulação de imagens, criação de camadas, cálculos complexos e muitas outras ações que podem tornar as páginas extremamente interativas (SOARES, 2000).

Neste trabalho, grande parte das funcionalidades foram implementadas em JavaScript, entre elas:

- *substituição dos links* - ao término do carregamento da página hospedeira todos os *links* são substituídos para que, ao invés do redirecionamento propriamente dito, invoquem o algoritmo de computação de feromônio e só depois açãoem a página destino;
- *validação de formulários* - formulários para cadastro e alteração de dados;
- *efeitos visuais* - exibição e ocultação de blocos e mensagem de "carregando".

## 8.2 INTERNACIONALIZAÇÃO

O sistema foi desenvolvido com suporte à internacionalização. Essa funcionalidade substitui constantes colocadas no *template* HTML pela sentença na linguagem selecionada, atualmente o sistema está disponível nas linguagens Português - Brasil e Inglês.

A Figura C.7 apresentada no Apêndice C mostra o sistema disposto na língua inglesa.

Um exemplo de um trecho do arquivo de tradução para a língua inglesa pode ser visto no Código 8.1.

---

Código 8.1: Trecho do arquivo de tradução para a língua inglesa

---

```

1  <?php
2  $lang ['titulo_grupo']          = "Group:" ;
3  $lang ['titulo_contexto']       = "Context of orientation:" ;
4  $lang ['alt_logo']              = "OriAnt 2007" ;
5  $lang ['alt.Alterar_grupo']     = "Change group" ;
6  $lang ['cmp_titulo']            = "OriAnt 2007" ;
7  $lang ['cmp_help']              = "Help" ;
8  $lang ['cmp_lnaguage']          = "Language" ;
9  $lang ['cmp_seleccione_grupo']   = "Select a group of you preference:" ;
10 $lang ['cmp_tipo_orientacao_obj'] = "Objective" ;
11 $lang ['cmp_tipo_orientacao_ori'] = "Guided" ;
12 $lang ['cmp_tipo_orientacao_par'] = "Related" ;
13 $lang ['cmp_lb_tipo_orientacao'] = "Type of Orientation:" ;
14 $lang ['cmp_titulo_grupo']        = "Group Selected:" ;
15 $lang ['cmp_carregando']         = "Loading" ;
16 $lang ['cmp_radio_op1']           = "This page" ;
17 ...
18 ?>

```

---

Para que o arquivo seja exibido em outra linguagem, basta traduzir as constantes e ser renomeado.

## 8.3 FRAMEWORKS UTILIZADOS

Juntamente com o *SpaceBrain* alguns *frameworks* foram utilizados para facilitar a implementação dos sistemas dos SGBDs, *templates* e AJAX.

### 8.3.1 PEAR

*PHP Extension and Application Repository* (PEAR) é um *framework* e um sistema de distribuição de componentes reutilizáveis PHP. O PEAR oferece um conjunto amplo de bibliotecas estruturadas de código aberto para usuários, onde cada biblioteca é considerada um projeto separado com seu próprio grupo de desenvolvimento, número de versões, ciclo de *release* e documentação (NADALETE, 2005).

Os componentes utilizados foram:

- *PEAR::DB* : pacote responsável pela camada de abstração do banco de dados;
- *PEAR::HTML\_Template\_IT* : pacote que fornece uma *engine*, possibilitando trabalhar com blocos e substituição de *tags*. Com o uso deste pacote é possível separar a apresentação do sistema (HTML, CSS e Javascript) da lógica de apresentação (PHP).

Os componentes PEAR, além de serem desenvolvidos de forma genérica, podendo ser aplicados no desenvolvimento de diferentes projetos, possibilitam a modificação e adaptação dos mesmos, conforme necessidade do projeto em desenvolvimento.

Os componentes PEAR podem ser encontrados no *website* <<http://pear.php.net>>.

### 8.3.2 Sajax

O Sajax é um pacote de ferramentas gratuito, que pode ser integrado com as linguagens: PHP, Perl ou Python. O pacote faz a maior parte do trabalho para integrar as funções Javascript com as funções da linguagem utilizada. Depois de configurado, tem-se a impressão de estar chamando uma função escrita em uma das linguagens diretamente dentro do código JavaScript.

Uma de suas desvantagens é que não armazena o código JavaScript gerado em um arquivo, apenas escreve as funções geradas no local declarado no arquivo HTML.

## 9 SUBSISTEMA PARA TESTES

O sistema proposto não poderia funcionar sem um *website* hospedeiro. Por tanto, foi desenvolvido um subsistema para testes denominado *Go! Notícias*, que também implementa o *framework* descrito no Capítulo 7 e utiliza seus recursos para exibição de notícias no formato RSS. A Figura D.1 apresentada no Apêndice D mostra a página principal do subsistema.

O subsistema possui a funcionalidade básica de administração, em que é possível gerenciar graficamente um menu em formato de grafo. Os nodos que não possuem filhos (nodo folha) redirecionam o usuário para uma lista de notícias extraídas do RSS cadastrado nesse nodo do grafo e os nodos que possuem filhos abrem sua ramificação com os nodos disponíveis.

A Figura D.3 do apêndice D ilustra a disposição do menu.

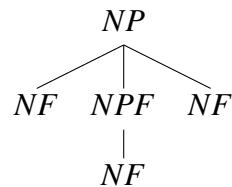


Figura 9.1: Exemplo de grafo gerado pelo subsistema

Na Figura 9.1, *NP* representa um Nodo Pai, *NF* um nodo filho e *NPF* um nodo filho e também pai.

Na lista de notícias exibida, ao se escolher um *NF* é possível observar alguns dados iniciais da notícia como: título, nota (média entre as avaliações efetuadas), número de comentários, *link* direto para a fonte da notícia e um *link* para ver os detalhes dessa notícia. Ao se optar por visualizar os detalhes da notícia é possível ler um resumo da notícia em questão, visualizar os *links* relacionados, avaliar ou comentar a notícia.

O sistema foi programado para extrair os *feeds* automaticamente da fonte RSS a cada intervalo de tempo, tornando o sistema constantemente atualizado com as últimas notícias.

### 9.1 MODELO RELACIONAL

Para melhor ilustrar o subsistema *Go! Notícias*, pode-se observar seu modelo relacional, na Figura 9.2

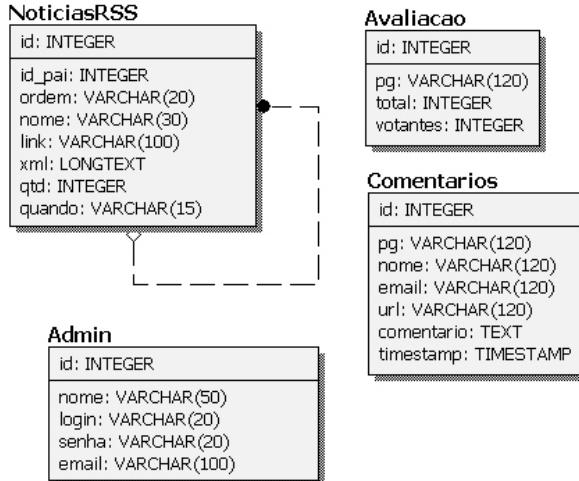


Figura 9.2: Modelo Relacional do Sub-sistema *Go! Notícias*

As tabelas "Avaliacao" e "Comentarios" não se relacionam diretamente com a notícia em questão, esse relacionamento é feito pela URL (campo "pg") da notícia. Esta forma de funcionamento, foi criado para que esses dois sistemas possam ser implantados em qualquer *website* que utilize um sistema de notícias.

A tabela "NoticiasRSS" representa o menu em formato de grafo, um auto-relacionamento é criado para identificar qual nodo é seu pai, dessa forma, todos os nodos estão em uma única tabela que é montada de forma recursiva. O campo ordem armazena uma *string* que representará a ordem desse nodo no grafo.

A tabela Admin armazena as informações para administração do sistema.

## 9.2 SISTEMA DE AVALIAÇÃO

O sistema de avaliação foi criado para que os usuários possam avaliar o conteúdo de uma página qualquer. Com os recursos AJAX, a avaliação se torna agradável pois não é necessário que o usuário aguarde o recarregamento da página. A metodologia de avaliação é definida por uma escala de pontuação que vai de 1 a 10, como se pode observar na Figura 9.3.



Figura 9.3: Sistema de avaliação

A colaboração entre os usuários na avaliação, também é uma forma interessante e mais simples de se implantar a classificação adaptativa, técnica de navegação adaptativa, explanada no

### 9.3 SISTEMA DE COMENTÁRIOS

O sistema de comentários permite que os usuários troquem opiniões sobre o conteúdo de determinada notícia. O sistema também foi desenvolvido com o AJAX e possibilita o envio do comentário sem a necessidade de atualização da página. Um exemplo dos comentários pode ser observado na Figura 9.4.

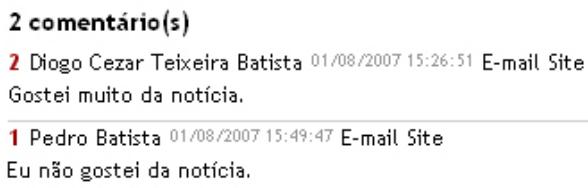


Figura 9.4: Sistema de comentários

Este recurso foi implementada a técnica de notação adaptativa explanada no Capítulo 2.

A Figura D.2 do apêndice D mostra os sistemas de avaliação e comentário implantados no subsistema.

## 10 ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema teve como sua principal funcionalidade a computação de feromônio, testada de várias formas. As baterias de testes foram divididas em três etapas, são elas:

1. *etapa 1*: testes isolados com 3 usuários desprezando intervalo de tempo;
2. *etapa 2*: teste simultâneo com vários usuários desprezando intervalo de tempo;
3. *etapa 3*: teste isolado com 1 usuário em diferentes intervalos de tempo.

Nas etapas 1 e 2, o intervalo de tempo entre o reinício dos registros do sistema e o momento em que o usuário inicia a navegação pelos *links* disponíveis não foram computados. Inicialmente apenas as duas primeiras etapas seriam realizadas, entretanto ao notar a relevância do intervalo de tempo, uma terceira etapa foi proposta para a análise detalhada desse quesito.

Condições diferentes para as etapas foram propostas. Nas etapas 1 e 2, as mesmas constantes administrativas (ver Tabela 10.1) foram adotadas, na etapa 3 houve uma alteração na taxa de evaporação (ver Tabela 10.2). Para as etapas 1 e 3, o número de grupos de interesses foi reduzido para objetivar o teste. Na etapa 2, o número de grupos de interesses foi maior para oferecer ao grupo maiores possibilidades de escolha. Para etapa 3, os dados foram extraídos da navegação do primeiro usuário da etapa 1. A navegação foi refeita, entretanto a cada teste a diferença de intervalo de tempo era alterada.

Tabela 10.1: Constantes administrativas utilizadas nas etapas 1 e 2

| acrescimo_feromonio | tx_evaporacao | div_diferenca |
|---------------------|---------------|---------------|
| 10                  | 10            | 1800          |

Tabela 10.2: Constantes administrativas utilizadas na etapas 3

| acrescimo_feromonio | tx_evaporacao | div_diferenca |
|---------------------|---------------|---------------|
| 10                  | 35            | 1800          |

Para todos os testes não foi solicitado que se mantivesse fixo algum tipo de orientação ou contexto de orientação, essas opções não interferem no resultado da navegação, alteram somente a disposição de um mesmo resultado.

## 10.1 ETAPA 1: TESTES ISOLADOS COM 3 USUÁRIOS DESPREZANDO INTERVALO DE TEMPO

Para efetuar os testes, um formulário foi criado solicitando que cada usuário navegassem pelo sistema e anotasse os links acionados. A navegação foi dividida em duas partes:

- *navegação aleatória*: o usuário deverá navegar de forma aleatória, sem objetividade entre os assuntos do *site*;
- *navegação objetiva*: o usuário deverá navegar com objetividade entre os assuntos do *site*.

Para o primeiro usuário todo o trajeto percorrido no sistema foi seguido; e para cada *link* acionado a situação das tabelas (grupo, feromônio e página) foi registrada. Para o segundo e terceiro usuários, apenas a situação da última iteração em cada tipo de navegação, foi registrada.

Para testar a duração da taxa de feromônio, a navegação objetiva foi feita após a navegação aleatória, sem que as tabelas fossem reiniciadas.

Ao término do teste de cada usuário as tabelas do sistema eram reiniciadas de acordo com as Tabelas 10.3, 10.4 e 10.5. A Tabela 10.3 mostra o estado inicial da tabela grupo, "Id" é o identificador das linhas, "Cont" armazena o número de vezes que um grupo foi acessado e "Nome" armazena o nome de um determinado grupo; a Tabela 10.4 mostra o estado inicial da tabela feromônio, "Id" é o identificador das linhas, "Id\_origem" armazena o identificador da página de origem, "Id\_destino" armazena o identificador da página de destino, "Id\_grupo" armazena o identificador do grupo e "Qtd\_feromonio" armazena a quantidade de feromônio presente na aresta. E finalmente a Tabela 10.5 mostra o estado inicial da tabela página, "Id" é o identificador das linhas, "Ultimo\_acesso" armazena quando a página foi acessada pela última vez, "Url" armazena o endereço da página e "Cont" a quantidade de acessos da página.

Tabela 10.3: Etapa 1: Estado inicial da tabela: grupo

| Id | Cont | Nome             |
|----|------|------------------|
| 1  | 2    | Últimas notícias |
| 2  | 7    | Mundo            |
| 3  | 21   | Brasil           |

Tabela 10.4: Etapa 1: Estado inicial da tabela: feromônio

| Id | Id_origem | Id_destino | Id_grupo | Qtd_feromonio |
|----|-----------|------------|----------|---------------|
| 1  | 1         | 1          | 1        | 10            |
| 2  | 1         | 2          | 1        | 20            |
| 3  | 1         | 3          | 1        | 10            |
| 4  | 1         | 4          | 1        | 10            |
| 5  | 1         | 5          | 2        | 10            |
| 6  | 5         | 6          | 2        | 20            |
| 7  | 5         | 7          | 2        | 10            |
| 8  | 5         | 8          | 2        | 10            |
| 9  | 1         | 9          | 3        | 10            |
| 10 | 9         | 10         | 3        | 20            |
| 11 | 9         | 11         | 3        | 10            |
| 12 | 9         | 12         | 3        | 10            |

Tabela 10.5: Etapa 1: Estado inicial da tabela: página

| Id | Ultimo_acesso | Url | Cont |
|----|---------------|-----|------|
| 1  | ...           | ... | 1    |
| 2  | ...           | ... | 2    |
| 3  | ...           | ... | 1    |
| 4  | ...           | ... | 1    |
| 5  | ...           | ... | 1    |
| 6  | ...           | ... | 2    |
| 7  | ...           | ... | 1    |
| 8  | ...           | ... | 1    |
| 9  | ...           | ... | 1    |
| 10 | ...           | ... | 2    |
| 11 | ...           | ... | 1    |
| 12 | ...           | ... | 1    |

Os dados substituídos por reticências diferem a cada reinicialização dos testes e não têm influência direta na exibição dos resultados.

Para as tabelas da etapa 1 que demonstram os resultados das taxas de feromônio, uma representação gráfica das páginas foi criada. Essa representação implementa os conceitos de *quantização em redes de informação* explanada na Seção 2.2.3. A Tabela 10.4 está representada na Figura 10.1.

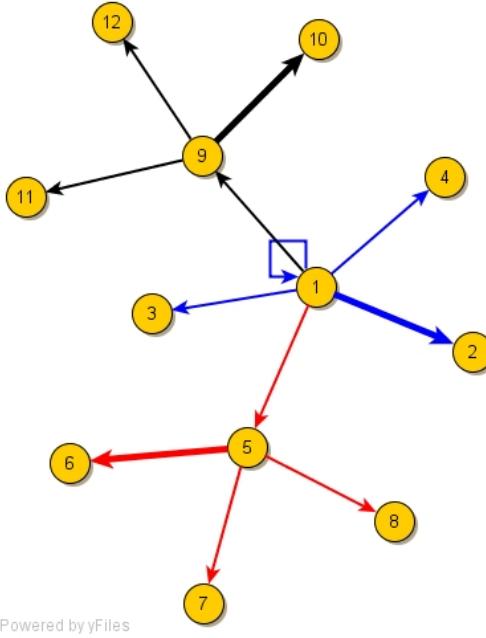


Figura 10.1: Representação gráfica da tabela de feromônio inicial

As Figuras 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 e 10.7 têm os nodos representados por um círculo amarelo e o número inscrito mostra sua identificação. Os grupos estão divididos por cores, o grupo 1 é indicado pela cor azul, o grupo 2 pela cor vermelha e o grupo 3 pela cor preta. A quantidade de feromônio é indicada pela espessura das arestas.

Para as Tabelas 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10 e 10.11 temos: qf INÍCIO, representando a quantidade de feromônio no início dos testes; qt itN, representando a quantidade de feromônio na iteração N.

## Usuário 1 - Navegação Aleatória

Tabela 10.6: Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 1

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it01 | qf it02 | qf it03 | qf it04 | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 19      | 19      | 19      | 19      | 19      |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 19      | 19      | 18      | 18      | 17      |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 19      | 19      | 18      | 18      | 17      |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 9       | 9       | 8       | 8       | 7       |
| 13 | 1      | 13      | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 14 | 1      | 2       | 3     | 0          | 0       | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 15 | 1      | 14      | 3     | 0          | 0       | 0       | 10      | 10      | 10      |
| 16 | 1      | 15      | 3     | 0          | 0       | 0       | 0       | 10      | 10      |
| 17 | 1      | 16      | 3     | 0          | 0       | 0       | 0       | 0       | 10      |

De acordo com a fórmula de acréscimo de feromônio (ver Equação 4.1), uma aresta recentemente acessada recebe um acréscimo da taxa de feromônio cadastrada nas constantes administrativas. Como, no exemplo, a constante vale 10, a cada clique a aresta percorrida é renovada, isso pode ser observado nas linhas 13 a 17 da tabela 10.6, que foram acessadas seqüencialmente.

A cada iteração o algoritmo de dedução de feromônio (evaporação) é acionado, então novos valores são atribuídos para o campo feromônio.

Pode-se observar que, ao se acionar dois *links* em um curto intervalo de tempo, a redução pode não ser significativa. Como nesse momento o sistema estava computando apenas números inteiros, não foi possível observar as diferenças. Essas diferenças serão mostradas na terceira etapa de testes.

Ainda é possível notar uma diferença entre as linhas 2, 6 e 10. Em todos os casos a aresta é iniciada com uma taxa de feromônio igual a 20. Entretanto, a taxa final computada é 19 para a linha 2, e 17 para as linhas 6 e 10. Isso ocorre devido ao intervalo de tempo entre o reinício das tabelas do sistema e o momento do clique, indicando que a linha 2 foi acessada mais recentemente que as linhas 6 e 10. Essa diferença está presente também nos testes subsequentes, pois os dados

iniciais foram mantidos, inclusive o momento do último acesso da aresta.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.6 está representada na Figura 10.2.

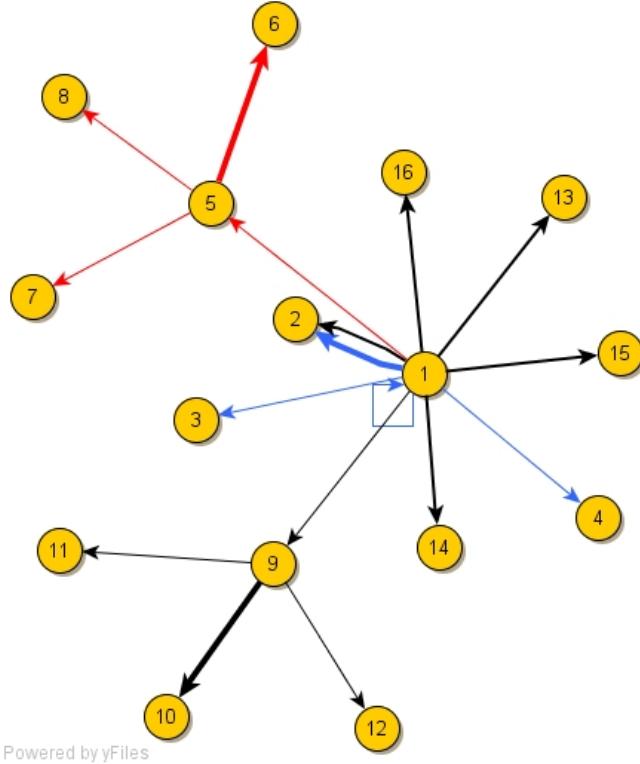


Figura 10.2: Representação gráfica da última iteração da Tabela 10.6

## Usuário 1 - Navegação Objetiva

Tabela 10.7: Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 1

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it01 | qf it02 | qf it03 | qf it04 | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 19      | 19      | 19      | 19      | 19      |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 17      | 17      | 16      | 15      | 15      |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 17      | 17      | 17      | 17      | 17      |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 17      | 17      | 16      | 15      | 15      |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 7       | 7       | 6       | 5       | 5       |
| 13 | 1      | 13      | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 14 | 1      | 2       | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 15 | 1      | 14      | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 16 | 1      | 15      | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 17 | 1      | 16      | 3     | 0          | 10      | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 18 | 9      | 17      | 3     | 0          | 0       | 10      | 10      | 10      | 10      |
| 19 | 9      | 18      | 3     | 0          | 0       | 0       | 10      | 10      | 10      |
| 20 | 9      | 19      | 3     | 0          | 0       | 0       | 0       | 10      | 10      |
| 21 | 9      | 20      | 3     | 0          | 0       | 0       | 0       | 0       | 10      |

Na tabela 10.7 as linhas 13 a 21 compreendem aos *links* recentemente acessados. Nas linhas 1 a 12, nota-se uma maior redução na taxa de feromônio das páginas porque não sofreram nenhum recente acesso. Com a continuação dos acessos, caso não haja nenhuma renovação de feromônio das arestas antigas, elas deixam de existir para a camada de orientação.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.7 está representada na Figura 10.3.

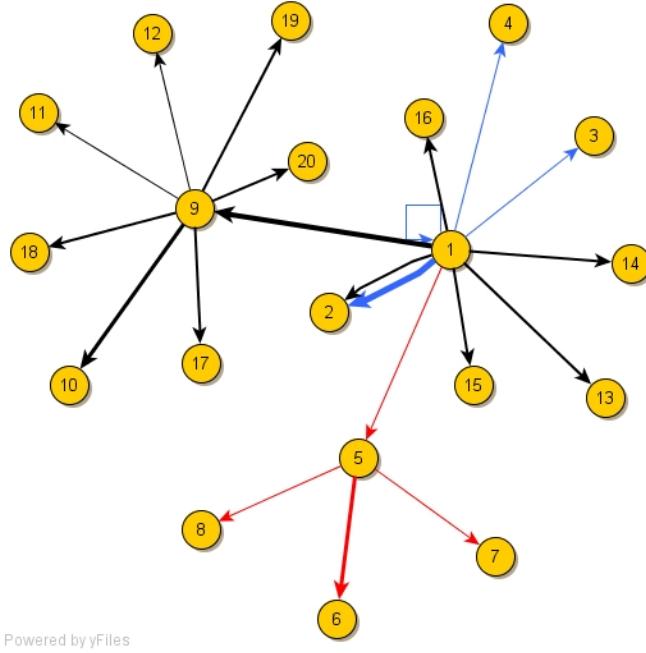


Figura 10.3: Representação gráfica da tabela 10.7

### Usuário 2 - Navegação Aleatória

Tabela 10.8: Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 2

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 8       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 20      |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 8       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 8       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 8       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 18      |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 8       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 8       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 8       |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 18      |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 8       |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 8       |
| 13 | 1      | 2       | 3     | 0          | 10      |
| 14 | 1      | 13      | 3     | 0          | 20      |
| 15 | 1      | 14      | 3     | 0          | 10      |
| 16 | 1      | 15      | 3     | 0          | 10      |

Na Tabela 10.8, pode-se observar que as linhas 13 a 16 são arestas novas adicionadas pelo usuário e, por isso, não sofrem alteração brusca na taxa de feromônio. A linha 14, em especial, possui o dobro da taxa de feromônio indicada, pois foi acessada duas vezes pelo usuário.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.8 está representada na Figura 10.4.

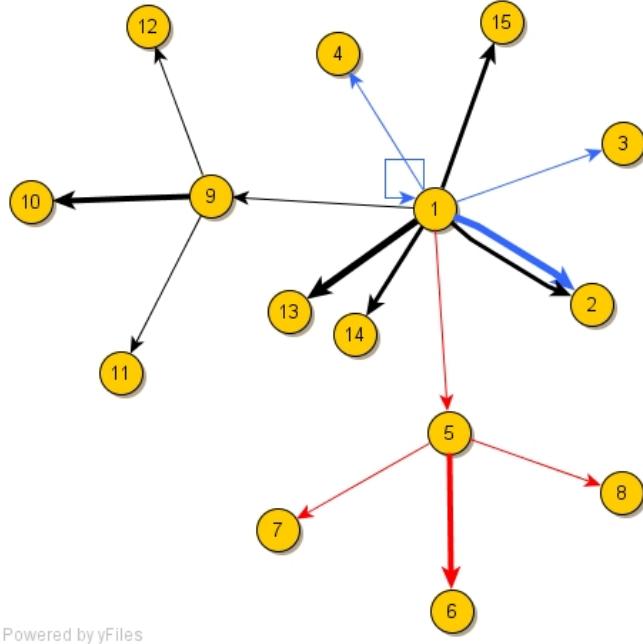


Figura 10.4: Representação gráfica da tabela 10.8

## Usuário 2 - Navegação Objetiva

Tabela 10.9: Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 2

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 6       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 20      |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 6       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 6       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 6       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 16      |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 6       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 6       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 18      |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 26      |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 16      |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 6       |
| 13 | 1      | 2       | 3     | 0          | 10      |
| 14 | 1      | 13      | 3     | 0          | 20      |
| 15 | 1      | 14      | 3     | 0          | 10      |
| 16 | 1      | 15      | 3     | 0          | 10      |
| 17 | 9      | 16      | 3     | 0          | 10      |
| 18 | 9      | 17      | 3     | 0          | 20      |

É possível observar na Tabela 10.9 que, a linha 10 possui maior quantidade de feromônio na última iteração que em seu estado inicial. Isso aconteceu porque o usuário em algum momento de sua navegação acessou novamente a aresta indicada na linha 10. A aresta recentemente acessada (id 10) sofre uma menor redução de feromônio que as demais arestas.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.9 está representada na Figura 10.5.

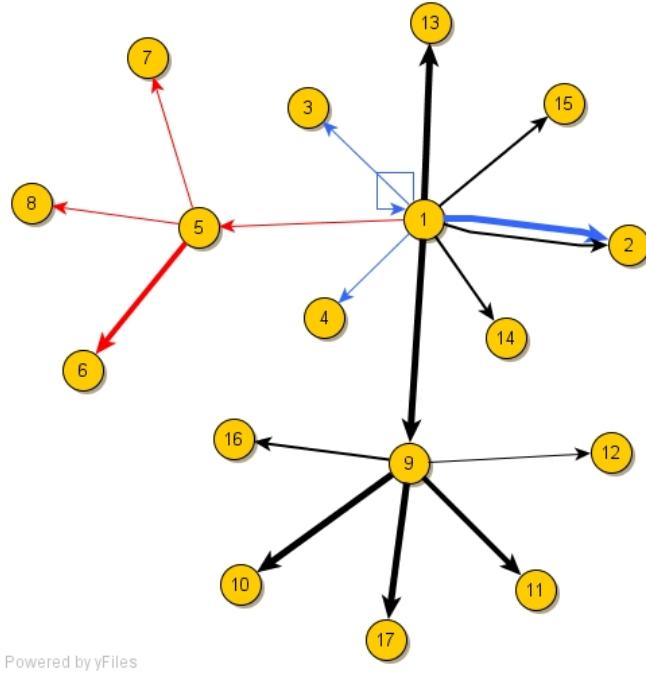


Figura 10.5: Representação gráfica da tabela 10.9

### Usuário 3 - Navegação Aleatória

Tabela 10.10: Dados extraídos da navegação aleatória do usuário 3

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 2       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 5       |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 2       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 2       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 2       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 5       |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 2       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 2       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 2       |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 5       |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 2       |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 2       |
| 13 | 1      | 13      | 1     | 0          | 10      |
| 14 | 1      | 14      | 1     | 0          | 10      |
| 15 | 1      | 15      | 1     | 0          | 10      |
| 16 | 1      | 16      | 1     | 0          | 10      |
| 17 | 1      | 17      | 1     | 0          | 10      |

A Tabela 10.10 mostra uma baixa taxa de feromônio na nas linhas 1 a 12 da última iteração do usuário. Essa grande diferença acontece porque o usuário 3 demorou um longo tempo para iniciar a navegação após o reinício das tabelas do sistema. Observando esse acontecimento, a terceira etapa de testes foi proposta para analisar em detalhes a variável tempo.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.10 está representada na Figura 10.6.

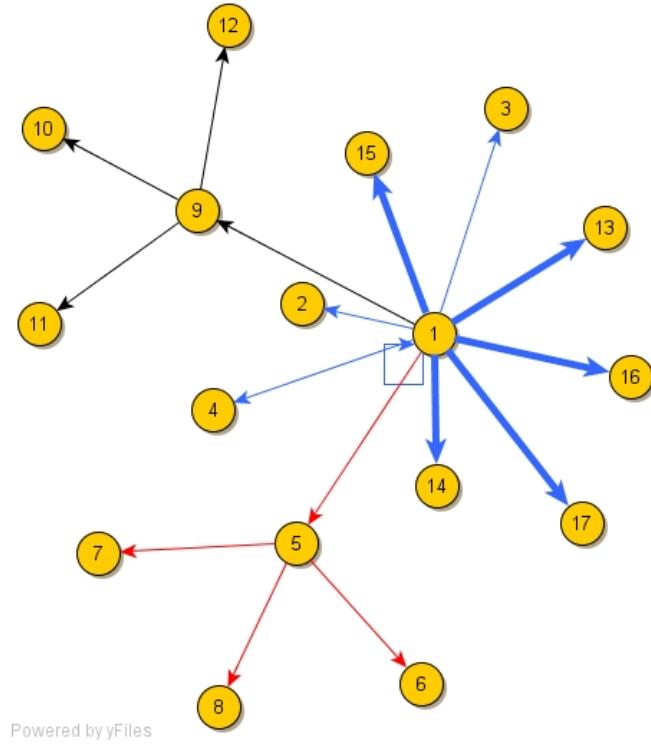


Figura 10.6: Representação gráfica da tabela 10.10

### Usuário 3 - Navegação Objetiva

Tabela 10.11: Dados extraídos da navegação objetiva do usuário 3

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 1      | 1       | 1     | 10         | 0       |
| 2  | 1      | 2       | 1     | 20         | 1       |
| 3  | 1      | 3       | 1     | 10         | 0       |
| 4  | 1      | 4       | 1     | 10         | 0       |
| 5  | 1      | 5       | 2     | 10         | 0       |
| 6  | 5      | 6       | 2     | 20         | 1       |
| 7  | 5      | 7       | 2     | 10         | 0       |
| 8  | 5      | 8       | 2     | 10         | 0       |
| 9  | 1      | 9       | 3     | 10         | 0       |
| 10 | 9      | 10      | 3     | 20         | 1       |
| 11 | 9      | 11      | 3     | 10         | 0       |
| 12 | 9      | 12      | 3     | 10         | 0       |
| 13 | 1      | 13      | 1     | 0          | 20      |
| 14 | 1      | 14      | 1     | 0          | 10      |
| 15 | 1      | 15      | 1     | 0          | 10      |
| 16 | 1      | 16      | 1     | 0          | 10      |
| 17 | 1      | 17      | 1     | 0          | 10      |
| 18 | 1      | 18      | 1     | 0          | 20      |
| 19 | 1      | 19      | 1     | 0          | 10      |
| 20 | 1      | 20      | 1     | 0          | 10      |

A Tabela 10.11 mostra que, após um determinado tempo, a taxa de feromônio se torna nula e a aresta deixa de ser indicada pelo sistema, como pode ser observado nas linhas 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11 e 12.

A última iteração (qf it05) da Tabela 10.11 está representada na Figura 10.7.

### Análise de Resultados

Com os três testes isolados pode-se observar que o sistema simula a evaporação de feromônio de forma similar à utilizada pelas formigas. Um caminho é traçado pela quantidade de feromônio e esse caminho pode deixar de existir; caso não seja realimentado, ou se torne mais intenso caso seja constantemente alimentado.

Segundo os testes realizados e descritos nesse trabalho, pode-se concluir que o sistema atendeu as expectativas e gerou o resultado esperado.

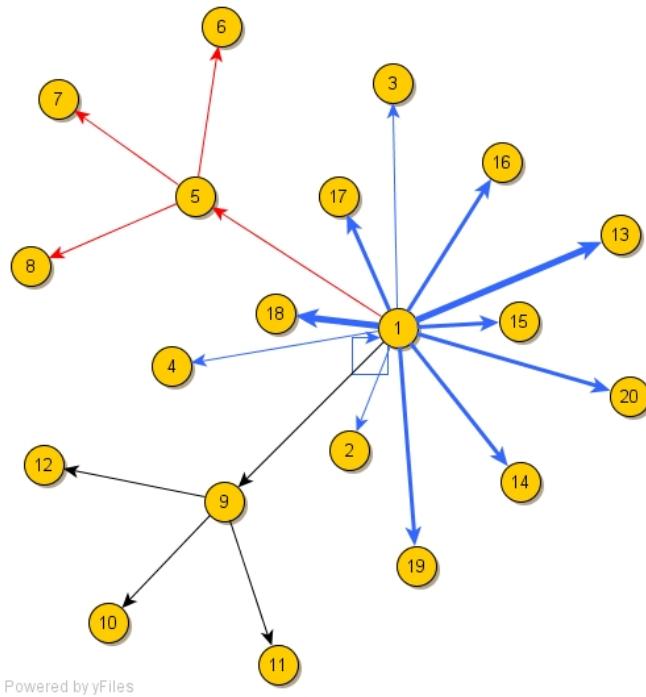


Figura 10.7: Representação gráfica da tabela 10.11

## 10.2 ETAPA 2: TESTE COM VÁRIOS USUÁRIOS DESPREZANDO INTERVALO DE TEMPO

O teste foi efetuado com 10 alunos do curso superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) de Cornélio Procópio, que cursavam o segundo período. Uma breve apresentação do sistema foi efetuada e posteriormente foi solicitado para que cada aluno navegasse pelo sistema e acessasse as notícias de seu interesse.

Para a computação do teste, o sistema foi reiniciado, e suas tabelas: feromônio e página foram limpas. As constantes administrativas se mantiveram (ver Tabela 10.1), e a tabela de grupos foi reformulada de acordo com as sessões disponíveis no subsistema para testes (ver Tabela 10.12).

Tabela 10.12: Etapa 2: Estado inicial da tabela: grupo

| Id | Cont | Nome               |
|----|------|--------------------|
| 1  | 10   | Últimas notícias   |
| 2  | 22   | Mundo              |
| 3  | 6    | Brasil             |
| 4  | 1    | Negócios           |
| 5  | 2    | Ciência/tecnologia |
| 6  | 4    | Saúde              |
| 7  | 20   | Espor tes          |
| 8  | 8    | Automobilismo      |
| 9  | 4    | Fórmula 1          |
| 10 | 1    | Basquete           |
| 11 | 3    | Motociclismo       |
| 12 | 14   | Tênis              |
| 13 | 4    | Vôlei              |
| 14 | 1    | Entretenimento     |
| 15 | 20   | Diversão           |
| 16 | 2    | Arte e Cultura     |
| 17 | 3    | Cinema/DVD         |
| 18 | 12   | Gente/TV           |
| 19 | 4    | Moda               |
| 20 | 1    | Música             |
| 21 | 14   | Games              |
| 22 | 6    | Nintendo           |
| 23 | 1    | PC                 |

### 10.2.1 Análise de resultados

Tabela 10.13: Resultados testes do usuário 3 - Navegação Objetiva

| Id | Origem | Destino | Grupo | qf IINÍCIO | qf it05 |
|----|--------|---------|-------|------------|---------|
| 1  | 2      | 1       | 9     | 0          | 10      |
| 2  | 2      | 3       | 18    | 0          | 10      |
| 3  | 2      | 4       | 1     | 0          | 10      |
| 4  | 3      | 5       | 18    | 0          | 10      |
| 5  | 2      | 6       | 7     | 0          | 10      |
| 6  | 2      | 7       | 14    | 0          | 10      |
| 7  | 2      | 8       | 14    | 0          | 10      |
| 8  | 8      | 9       | 14    | 0          | 10      |
| 9  | 8      | 10      | 14    | 0          | 10      |
| 10 | 2      | 2       | 14    | 0          | 10      |
| 11 | 2      | 4       | 14    | 0          | 10      |
| 12 | 4      | 11      | 14    | 0          | 10      |
| 13 | 11     | 8       | 14    | 0          | 10      |
| 14 | 1      | 12      | 9     | 0          | 10      |
| 15 | 2      | 13      | 23    | 0          | 10      |
| 16 | 2      | 3       | 7     | 0          | 10      |

Nota-se na tabela 10.13, que a quantidade de feromônio manteve-se alta para todas as arestas, simulando acessos simultâneos ao mesmo tempo em um *site*. Com esse teste pode-se comprovar que o sistema não consegue gerar uma sugestão relevante em um curto espaço de tempo, caso os usuários não accessem de forma colaborativa. No teste os usuários acessaram páginas diferentes.

## 10.3 ETAPA 3: TESTE ISOLADO COM UM USUÁRIO EM DIFERENTES INTERVALOS DE TEMPO

Para analisar os resultados foram realizados três testes que se diferenciaram pelo intervalo em que o sistema ficou sem acessos a partir do estado inicial, representado pela Tabela 10.14.

Tabela 10.14: Diferença de tempo inicial entre as páginas

| pg | último-acesso | dif  | qf0 |
|----|---------------|------|-----|
| 1  | 12:31         | 0min | 10  |
| 2  | 12:31         | 0min | 20  |
| 3  | 12:32         | 1min | 10  |
| 4  | 12:33         | 2min | 10  |
| 5  | 12:35         | 4min | 10  |
| 6  | 12:35         | 4min | 20  |
| 7  | 12:36         | 5min | 10  |
| 8  | 12:36         | 5min | 10  |
| 9  | 12:37         | 6min | 10  |
| 10 | 12:38         | 7min | 20  |
| 11 | 12:39         | 8min | 10  |
| 12 | 12:39         | 8min | 10  |

A Tabela 10.14 apresenta o horário de último acesso da página (pg) antes do início do teste na segunda coluna, a diferença de horário em relação à página 1 na terceira coluna e na coluna qf0, a quantidade de feromônio com que cada item da tabela foi inicializado.

A terceira etapa de testes foi dividida em três sub-etapas, são elas:

1. links acessados após 1 hora do reinício dos registros;
2. links acessados após 10 horas do reinício dos registros;
3. links acessados após 24 horas do reinício dos registros.

Para precisão dos resultados, a equação de subtração de feromônio foi ajustada para relevar até 5 casas decimais.

## Links acessados após 1 hora do reinício dos registros

Tabela 10.15: Links acessados após uma hora do reinício dos registros

| #  | origem-destino-grupo | qf it1   | qf it2   | qf it3   | qf it4   | qf it5   |
|----|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 1-1-1                | 9,92858  | 9,85717  | 9,78568  | 9,71423  | 9,64282  |
| 2  | 1-2-1                | 19,85715 | 19,71432 | 19,57134 | 19,42845 | 19,28563 |
| 3  | 1-3-1                | 9,92974  | 9,85947  | 9,78911  | 9,71877  | 9,64845  |
| 4  | 1-4-1                | 9,9309   | 9,86177  | 9,79253  | 9,72331  | 9,65409  |
| 5  | 1-5-2                | 9,93322  | 9,86638  | 9,7994   | 9,7324   | 9,66537  |
| 6  | 5-6-2                | 19,86644 | 19,73277 | 19,59881 | 19,46482 | 19,33076 |
| 7  | 5-7-2                | 9,93438  | 9,86869  | 9,80284  | 9,73696  | 9,67103  |
| 8  | 5-8-2                | 9,93438  | 9,86869  | 9,80284  | 9,73696  | 9,67103  |
| 9  | 1-9-3                | 20       | 19,99899 | 19,99677 | 19,99358 | 19,98937 |
| 10 | 9-10-3               | 19,8734  | 19,7466  | 19,61943 | 19,49213 | 19,36467 |
| 11 | 9-11-3               | 9,93786  | 9,87561  | 9,81316  | 9,75063  | 9,688    |
| 12 | 9-12-3               | 9,93786  | 9,87561  | 9,81316  | 9,75063  | 9,688    |
| 13 | 9-13-3               | 0        | 10       | 9,9994   | 9,99831  | 9,99671  |
| 14 | 9-14-3               | 0        | 0        | 10       | 9,99951  | 9,99852  |
| 15 | 9-15-3               | 0        | 0        | 0        | 10       | 9,99949  |
| 16 | 9-16-3               | 0        | 0        | 0        | 0        | 10       |

Na tabela 10.15, as linhas de 13 a 16 indicam os caminhos que iniciam sem feromônio, as linhas 7,8 e 11,12 apresentam os mesmos valores porque a diferença de tempo não foi relevante para a subtração do feromônio. Os valores de feromônio das linhas 2, 6 e 10, que começaram com 20 unidades, devem-se à diferença de tempo entre os seus acessos.

Nota-se também que na linha 9, no momento em que a aresta é reforçada com feromônio, sua dedução fica quase nula e esse processo se repete para todos os intervalos de tempo a seguir.

## Links acessados após 10 horas do reinício dos registros

Tabela 10.16: Links acessados após dez horas do reinício dos registros

| #  | origem-destino-grupo | qf it1   | qf it2   | qf it3   | qf it4   | qf it5   |
|----|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 1-1-1                | 9,31582  | 8,67811  | 8,08376  | 7,5296   | 7,01306  |
| 2  | 1-2-1                | 18,63165 | 17,35624 | 16,16754 | 15,05922 | 14,02614 |
| 3  | 1-3-1                | 9,31691  | 8,68014  | 8,0866   | 7,53313  | 7,01717  |
| 4  | 1-4-1                | 9,318    | 8,68217  | 8,08943  | 7,53664  | 7,02126  |
| 5  | 1-5-2                | 9,32018  | 8,68624  | 8,09512  | 7,54371  | 7,02949  |
| 6  | 5-6-2                | 18,64036 | 17,37247 | 16,19022 | 15,0874  | 14,05896 |
| 7  | 5-7-2                | 9,32127  | 8,68827  | 8,09795  | 7,54723  | 7,03359  |
| 8  | 5-8-2                | 9,32127  | 8,68827  | 8,09795  | 7,54723  | 7,03359  |
| 9  | 1-9-3                | 20       | 19,99922 | 19,9977  | 19,99482 | 19,99089 |
| 10 | 9-10-3               | 18,64689 | 17,38465 | 16,20726 | 15,10858 | 14,08363 |
| 11 | 9-11-3               | 9,32454  | 8,69436  | 8,10647  | 7,55782  | 7,04593  |
| 12 | 9-12-3               | 9,32454  | 8,69436  | 8,10647  | 7,55782  | 7,04593  |
| 13 | 9-13-3               | 0        | 10       | 9,99963  | 9,99858  | 9,997    |
| 14 | 9-14-3               | 0        | 0        | 10       | 9,99932  | 9,99811  |
| 15 | 9-15-3               | 0        | 0        | 0        | 10       | 9,99947  |
| 16 | 9-16-3               | 0        | 0        | 0        | 0        | 10       |

Na tabela 10.16, o decréscimo dos valores é mais acentuado que no primeiro teste. Isso ocorre pela maior evaporação ocorrida neste intervalo.

## Links acessados após 24 horas do reinício dos registros

Tabela 10.17: Links acessados após vinte e quatro horas do reinício dos registros

| #  | origem-destino-grupo | qf it1   | qf it2   | qf it3   | qf it4   | qf it5   |
|----|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 1-1-1                | 8,39057  | 7,03988  | 5,90639  | 4,95517  | 4,15693  |
| 2  | 1-2-1                | 16,78114 | 14,07976 | 11,81278 | 9,91034  | 8,31387  |
| 3  | 1-3-1                | 8,39155  | 7,04153  | 5,90846  | 4,95749  | 4,15937  |
| 4  | 1-4-1                | 8,39253  | 7,04317  | 5,91053  | 4,9598   | 4,16179  |
| 5  | 1-5-2                | 8,3945   | 7,04647  | 5,91468  | 4,96445  | 4,16667  |
| 6  | 5-6-2                | 16,78899 | 14,09293 | 11,82936 | 9,92889  | 8,33332  |
| 7  | 5-7-2                | 8,39548  | 7,04812  | 5,91676  | 4,96677  | 4,1691   |
| 8  | 5-8-2                | 8,39548  | 7,04812  | 5,91676  | 4,96677  | 4,1691   |
| 9  | 1-9-3                | 20       | 19,99918 | 19,99758 | 19,99505 | 19,99151 |
| 10 | 9-10-3               | 16,79488 | 14,10282 | 11,84181 | 9,94283  | 8,34795  |
| 11 | 9-11-3               | 8,39842  | 7,05306  | 5,92298  | 4,97374  | 4,17642  |
| 12 | 9-12-3               | 8,39842  | 7,05306  | 5,92298  | 4,97374  | 4,17642  |
| 13 | 9-13-3               | 0        | 10       | 9,99961  | 9,99875  | 9,99739  |
| 14 | 9-14-3               | 0        | 0        | 10       | 9,99953  | 9,99856  |
| 15 | 9-15-3               | 0        | 0        | 0        | 10       | 9,99949  |
| 16 | 9-16-3               | 0        | 0        | 0        | 0        | 10       |

Após a análise feita com os dados da Tabela 10.17, o decréscimo dos valores é ainda mais acentuado em relação aos dois primeiros testes, devido ao maior intervalo e consequentemente maior evaporação.

### 10.3.1 Análise de resultados

A tabela a seguir mostra a diferença de feromônio nos três testes anteriores, após análise minuciosa feita das tabelas anteriormente apresentadas nesta seção. A diferença é dada pela subtração da quantidade de feromônio da última iteração (qf it05) pela quantidade de feromônio da primeira iteração (qf it01).

Tabela 10.18: Diferença de feromônio nos testes efetuados

| Origem | Destino | Grupo | dif 1h  | dif 10h | dif 24h |
|--------|---------|-------|---------|---------|---------|
| 1      | 1       | 1     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 1      | 2       | 1     | 0,65876 | 4,55171 | 8,36076 |
| 1      | 3       | 1     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 1      | 4       | 1     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 1      | 5       | 2     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 5      | 6       | 2     | 0,65876 | 4,55171 | 8,36076 |
| 5      | 7       | 2     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 5      | 8       | 2     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 1      | 9       | 3     | 0,02329 | 0,01679 | 0,01317 |
| 9      | 10      | 3     | 0,65876 | 4,55171 | 8,36076 |
| 9      | 11      | 3     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |
| 9      | 12      | 3     | 0,32939 | 2,27586 | 4,18039 |

A Tabela 10.18 que demonstra a diferença de feromônio nos testes, mostra que a grande diferença é gerada pelo intervalo de tempo entre o reinício dos registros e o momento do teste.

Com os dados da tabela 10.18 pode-se gerar o seguinte gráfico:

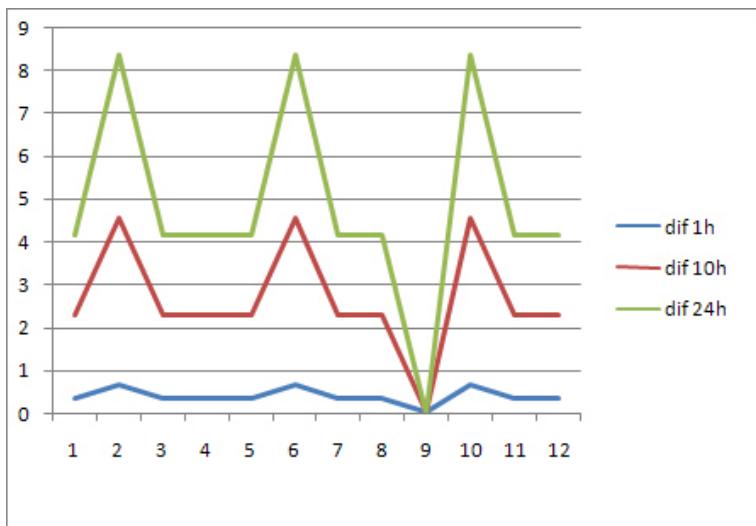


Figura 10.8: Gráfico indicativo com diferença de feromônio

No gráfico 10.8, o eixo horizontal representa a variação das iterações no tempo, o eixo vertical representa a quantidade de feromônio em cada iteração.

É possível notar uma queda brusca na iteração 9. Isso ocorre pois a dedução de feromônio não foi significativa, essa aresta foi recentemente acessada e por isso em nenhuma das diferenças (dif) há uma elevada dedução nesse momento.

## 10.4 CONCLUSÃO

Na primeira etapa dos testes pode-se observar que o modelo proposto simula a evaporação de feromônio de forma similar à utilizada pelas formigas, criando assim um mecanismo transparente de colaboração entre os usuário de determinado *website*. Os grafos gerados fornecem uma visão física dos caminhos traçados e da quantidade de feromônio em cada aresta.

Na segunda etapa de testes não foi possível testar o que era esperado, pois os acessos foram simultâneos e assim não se pode gerar uma sugestão relevante em um curto espaço de tempo, principalmente porque os usuários não acessaram o sistema de forma colaborativa.

Na terceira e última etapa de testes, se pode detalhar com precisão a redução de feromônio em diferentes intervalos de tempo.

Com os resultados dos testes apresentados nesse capítulo, nota-se que é possível, através de uma colaboração indireta de usuários, o compartilhamento dos caminhos realizados durante a navegação.

# 11 RECURSOS COMPUTACIONAIS

Os recursos computacionais necessários são divididos entre: recursos disponíveis para desenvolvimento e recursos necessários para utilização descritos nas Seções 11.1 e 11.2 respectivamente.

## 11.1 RECURSOS DISPONÍVEIS PARA DESENVOLVIMENTO

### 11.1.1 Recursos de Hardware

1. Microcomputador Desktop:

- a) *Processador*: AMD Athlon(tm) XP 2700+ (2.16 GHz);
- b) *Memória*: 512 MB;
- c) *Armazenamento*: 120GB + 40GB.

2. Microcomputador Notebook:

- a) *Modelo*: HP Pavilion dv1040;
- b) *Processador*: Pentium M Centrino (1.7 GHz);
- c) *Memória*: 512 MB;
- d) *Armazenamento*: 60GB.

### 11.1.2 Recursos de Software

1. Sistemas Operacionais:

- a) *Windows XP Professional Edition SP2 PT-BR*: Sistema operacional utilizado com o microcomputador *desktop*;
- b) *Windows XP Home Edition SP2 EN-US*: Sistema operacional utilizado com o microcomputador *notebook*.

2. Outros *Softwares*:

- a) *Adobe Photoshop CS2*: Necessário para a construção dos *layouts (design)* do sistema;

- b) *Adobe Acrobat Reader Professional 7.0*: Necessário para visualização e alteração do *Portable Document Format (PDF)* referente à monografia;
- c) *Apache HTTP Server 1.3.33*: Servidor HTTP com suporte a linguagem PHP;
- d) *Macromedia Dreamweaver 8.0*: Utilizado para a codificação e design do sistema;
- e) *Visual Paradigm versão 5.2*: Utilizado para construção dos diagramas UML;
- f) *Mozilla Firefox versão 1.5.0.5*: Navegador compatível com as especificações HTML 4.01, CSS 2, e possui suporte a JavaScript. Utilizado para testes no sistema;
- g) *Internet Explorer 7.0*: Navegador compatível com as especificações HTML 4.01, CSS 2, e possui suporte a JavaScript. Utilizado para testes no sistema;
- h) *winEdit 5.4*: Programa utilizado para codificação da monografia em L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X;
- i) *PostgreSQL 8.0.1*: Banco de dados utilizados neste trabalho;
- j) *pgAdmin 1.4.2*: Ferramenta para gerenciamento do banco de dados PostgreSQL;
- k) *ERwin 4.0*: Ferramenta para criação dos diagramas de entidades e relacionamentos;
- l) *MiK<sup>T</sup>eX 2.5*: Compilador L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X para Windows;
- m) *PHP 5.1.4*: Linguagem de programação utilizada neste trabalho;
- n) *LaTable 0.7.2*: Ferramenta para criação de tabelas;
- o) *yEd Graph Editor 2.4.2.2*: Ferramenta para criação dos grafos.

## 11.2 RECURSOS NECESSÁRIOS PARA UTILIZAÇÃO

### 11.2.1 Usuário

Para utilizar o sistema, o usuário deverá possuir um microcomputador conectado a Internet com um navegador compatível com as especificações HTML 4.01, CSS 2 com suporte a JavaScript.

### 11.2.2 Website Hospedeiro

O sistema elaborado, poderá ser implantado em *websites* comuns que contemplem determinadas restrições, tais como:

- O *website* deve estar rodando em um navegador compatível com as especificações HTML 4.01, CSS 2, e deve possuir suporte a JavaScript;
- O *website* deve suportar a linguagem de programação PHP;

- O *website* deve possuir suporte ao banco de dados PostGreSQL 8.1, com disponibilidade de um banco de dados para o sistema a ser implantado.

## **12 CRONOGRAMAS**

Neste capítulo estão descritos os cronogramas de trabalho, que estão divididos em: Cronograma das atividades desenvolvidas e Cronograma da metodologia de desenvolvimento.

As atividades descritas correspondem a quesitos relativos ao trabalho de conclusão de curso e as disciplinas descrevem os fluxos de trabalho descritos na Seção 5.1.

### **12.1 ATIVIDADES**

- A1. Reunião com orientador;
- A2. Pesquisa bibliográfica;
- A3. Redação da monografia;
- A4. Redação do artigo;
- A5. Defesa do trabalho de diplomação;

### **12.2 DISCIPLINAS**

- D1. Requisitos;
- D2. Análise;
- D3. Projeto;
- D4. Implantação;
- D5. Testes.

### **12.3 ITERAÇÕES**

- I1. Iteração #1 → Módulo: Computação de Feromônio; (Marcado com: •)
- I2. Iteração #2 → Módulo: Adaptação; (Marcado com: •)

I3. Iteração #3 → Módulo: Administração; (Marcado com: •)

As tarefas estão divididas dentro do prazo previsto para a execução deste trabalho conforme as tabelas 12.1 e 12.2.

Tabela 12.1: Cronograma das atividades desenvolvidas

Tabela 12.2: Cronograma da metodologia de desenvolvimento

| Disciplinas | Dez/06 |   |   |   | Jan/07 |   |   |   | Fev/07 |   |   |   | Mar/07 |   |   |   | Abr/07 |   |   |   | Maio/07 |   |   |   | Jun/07 |   |   |   | Jul/07 |   |   |   | Ago/07 |   |   |   | Set/07 |  |  |  |  |  |
|-------------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|---------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|--|--|--|--|--|
|             | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 |        |  |  |  |  |  |
| D1          |        |   | ● | ● | ●      | ● |   |   |        | ● | ● | ● |        |   |   |   |        |   |   | ● | ●       |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |        |  |  |  |  |  |
| D2          |        |   |   |   | ●      | ● |   |   |        |   | ● |   |        |   |   |   |        |   |   |   |         | ● |   |   |        |   |   |   |        |   |   | ● |        |   |   |   |        |  |  |  |  |  |
| D3          |        |   |   |   |        | ● |   |   |        |   |   | ● |        |   |   |   |        |   |   |   |         |   | ● |   |        |   |   |   |        |   |   |   | ●      |   |   |   |        |  |  |  |  |  |
| D4          |        |   |   |   | ●      | ● | ● | ● | ●      | ● | ● | ● |        | ● | ● | ● | ●      | ● | ● | ● | ●       | ● |   |   |        |   |   |   |        |   | ● | ● | ●      |   |   |   |        |  |  |  |  |  |
| D5          |        |   |   |   |        |   |   |   | ●      |   | ● |   |        |   |   |   |        |   |   | ● |         | ● |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   | ● | ●      |  |  |  |  |  |

## 13 CONCLUSÃO

A Internet é um meio de comunicação em constante expansão, e atualmente, faz parte da vida de milhares de pessoas em todo o mundo que cada vez mais procuram fontes de informação e conhecimento também na *web*. Com um grande volume de usuários, a tecnologia tende a disponibilizar grande parte de seus estudos para a adaptação dos meios de comunicação existentes na Internet, com objetivo de abranger e dar conforme ao maior número de usuários possíveis.

As evoluções tecnológicas de nada servem se não oferecerem resultados concretos para seus usuários, não seria útil um *website* que utilizasse os últimos recursos tecnológicos, mas não fosse acessível; e o mais importante, que não tivesse usabilidade. Para o usuário final, não importa qual tecnologia foi empregada no *website*, com tanto que seja possível encontrar o que procura de forma rápida e objetiva.

Na tentativa de auxiliar o usuário nessa tarefa, este trabalho apresenta uma estratégia de orientação por meio de navegação colaborativa para sistemas de hipermídia adaptativa, aplicando os princípios teóricos com fundamentação na teoria ACO, em que o comportamento dos usuários é análogo ao comportamento das formigas.

A metodologia proposta foi implementada em um protótipo, OriAnt, uma camada de adaptação que pode ser acoplada em *websites* que cumpram com certas restrições básicas para fornecer orientação aos usuários.

Os resultados dos testes realizados mostraram que é possível uma colaboração indireta entre usuários por meio do compartilhamento dos caminhos realizados durante a navegação e das páginas acessadas, independente de trilha percorrida para atingí-las. A metodologia projetada mostrou-se coerente para modelar a estratégia proposta.

Entretanto, observou-se que, o sistema não consegue uma solução imediata, ou seja, é necessário que seja alimentado com as informações referentes às navegações dos usuários por algum tempo até que seja possível se obter informações relevantes sobre as sugestões, e ainda que os usuários podem não seguir o caminho mais relevante atribuído por seu grupo, podendo ocasionar uma desestabilização do sistema, que pode ser contornada caso a maioria dos usuários de seu grupo siga o sugerido.

## 13.1 TRABALHOS FUTUROS

Dentre os trabalhos futuros, visualiza-se a necessidade de aprimorar a eficiência do sistema, visto que com a instalação da camada o *website* hospedeiro se torna mais lento, devido a necessidade da computação do feromônio (origem-destino) para cada clique do usuário.

Há ainda, a possibilidade de se implementar outras formas de orientação, principalmente a de anotações compartilhadas em *hyperlinks* relevantes.

Como sugestão de implementação, em uma futura versão, pode-se eliminar a limitação da implementação em apenas um *site* hospedeiro, reduzir o problema de lentidão e ainda inserir o recurso de anotações compartilhada, com um *software* instalado no computador de cada usuário, preferencialmente uma barra de ferramentas para o navegador, em que se possa extrair a URL acionada sem interferência no *website* hospedeiro, melhorando ou até mesmo eliminando o problema de lentidão. Com a barra de ferramentas, seria possível centralizar a base de dados, criando uma grande comunidade colaborativa e aumentando assim, cada vez mais a precisão das sugestões.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. G. *Cascading Style Sheets (CSS) - Guia de Consulta Rápida*. [S.l.]: Novatec, 2001.
- ANDREAZZA, J. D. H. M. *Hipermídia*. Julho 2006.
- APACHE Software Foundation. 2006. Disponível em: <<http://www.apache.org/>>.
- ARLOW, J. *UML and the unified process: practical object-oriented analysis and design*. [S.l.]: Addison Wesley, 2002.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *UML guia do usuário*. [S.l.]: Editora Campus, 2000.
- CARDIM, M. A evoluÇÃO da computaÇÃO / redes neurais. 2002.
- COLORNI, A.; DORIGO, M.; MANIEZZO, V. Distributed optimization by ant colonies. 2001.
- COUTO, R. *Curso PHP*. 6 2004.
- DORIGO, M.; MANIEZZO, V.; COLORNI, A. The Ant System: Optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics*, v. 26, n. 1, p. 29–41, 1996. Disponível em: <[citeseer.ist.psu.edu/dorigo96ant.html](http://citeseer.ist.psu.edu/dorigo96ant.html)>.
- FEOFILOFF, P. *Analise de Algoritmos* - <http://www.ime.usp.br/pf/analisedealgoritmos>. [S.l.]: IME - Instituto de Matemática e Estatística da USP, 2006.
- FILHO, W. de P. P. *Engenharia de Software*: Fundamentos, métodos e padrões. [S.l.]: LTC, 2003.
- HAMMERSLEY, B. *Content Syndication with RSS*. [S.l.]: O'Reilly Media, 2003.
- LOPES, H. S. Fundamentos da computação evolucionária e aplicações. *XIII Escola Regional de Informática da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) - Paraná*, 2006.
- MILANI, A. *MySQL - Guia do Programador*. [S.l.: s.n.], 2007.
- NADALETE, L. G. Sistema de controle de ocorrências de docentes e discentes. 2005.
- NIEDERAUER, J. *PostgreSQL - Guia de Consulta Rápida*. [S.l.: s.n.], 2001.
- NIEDERAUER, J. *PHP para quem conhece PHP : Recursos avançados para a criação de Websites dinâmicos*. 2. ed. [S.l.]: Novatec, 2004.
- PALAZZO, L. A. M. Sistemas de hipermídia adaptativa. 2002.
- PANSANATO, L. T. E. Aspectos cognitivos de aplicações hipermídia. 2003.
- SANTOS, L. E. B. dos. Web standards - benefícios do desenvolvimento web baseado na metodologia tableless. 2006.
- SCOTT, K. *O Processo Unificado Explicado*. [S.l.]: Bookman, 2003.
- SHISHIDO, H. Y. Sistema para lançamento de ocorrências e notificações para pocket pc. 2007.

- SILVA, L. K. da et al. Um assistente digital para responder automaticamente perguntas de usuários humanos em portais corporativos. 2003.
- SOARES, W. *Programando em PHP : conceitos e aplicações*. 2. ed. [S.l.]: Érica, 2000.
- SOARES, W. *AJAX - Guia Prático para Windows*. [S.l.: s.n.], 2006.
- TELES, W. M.; WEIGANG, L.; RALHA, C. G. Uma heurística para guiar os usuários da internet baseada no comportamento da formiga. 2003.
- VIEIRA, P. H. G.; CAIXETA, R. G. Implementação da heurística da formiga para auxiliar à navegação do portal interlegis. 2004.
- WONG, C. *HTTP Pocket Reference: Hypertext Transfer Protocol (Paperback)*. 1. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2000.

## APÊNDICE A – GLOSSÁRIO

Este documento apresenta um glossário com os termos importantes utilizados no projeto de desenvolvimento da ferramenta de apoio ao desenvolvimento global de *software*.

### A.1 INTRODUÇÃO

O presente documento provê um conjunto de definições importantes para evitar ambigüidades, de forma que os leitores compreendam as terminologias específicas utilizadas nesse projeto.

### A.2 OBJETIVO

Auxiliar os leitores na compreensão de alguns termos técnicos descritos durante o documento.

### A.3 ESCOPO

Este glossário está associado ao projeto de desenvolvimento de uma ferramenta de apoio a navegação, utilizando conceitos de hipermídia adaptativa e otimização por colônia de formigas.

## A.4 DEFINIÇÕES

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>array</b>      | Matriz, tabela, conjunto de objetos que está organizado geometricamente, utilizado para descrever estruturas repetitivas ou sistemáticas dentro do sistema.   |
| <b>framework</b>  | Coleção abstráida de classes, interfaces e padrões, dedicados a resolver uma família de problemas semelhantes, através de uma arquitetura flexível e extensível.  |
| <b>frame</b>      | (Moldura ou quadro) São subdivisões da janela principal do navegador ou <i>browser</i> . Cada subdivisão funciona como uma pequena janela, exibindo conteúdos independentes. Os criadores de <i>sites</i> da <i>web</i> utilizam este recurso quando é necessário exibir muitas informações de uma só vez. Em comunicação de dados, é um grupo de <i>bits</i> que forma um bloco adequado à transmissão como unidade. |
| <b>hiperlinks</b> | São palavras ou ilustrações pré-estabelecidas como pontos de saltos. Quando clicadas, provocam a transferência para outro assunto ou página <i>web</i> .  |
| <b>links</b>      | O mesmo que <i>hiperlinks</i> .   |
| <b>software</b>   | São os programas, dados e rotinas desenvolvidos para computadores. Os programas de <i>software</i> precisam ser instalados nos computadores para que eles passem a desempenhar determinadas funções.  |
| <b>website</b>    | Um sítio, mais conhecido pelo equivalente inglês <i>site</i> , de <i>website</i> ou <i>web site</i> , é uma coleção de páginas <i>web</i> , isto é, de documentos acessíveis através da <i>World Wide Web</i> , na Internet.  |
| <b>workflows</b>  | Fluxo de trabalho, ou seja, um sistema de informação que gere um conjunto de tarefas tipicamente rotineiras, assegurando o controlo das entregas, dos tempos de resposta, o <i>time-stamping</i> (a que horas determinada tarefa foi executada) a não re-pudiação, a pesquisa de informação eo arquivo.   |
| <b>ajax</b>       | Asynchronous Javascript And XML. É o uso sistemático de tecnologias providas por navegadores, Javascript e XML, para tornar páginas mais interativas com o usuário.   |
| <b>algoritmo</b>  | algoritmo é uma sequência finita e não ambígua de instruções computáveis para solucionar um problema.   |
| <b>grafo</b>      | Em matemática e ciência da computação, grafo é o objeto básico de estudo da teoria dos grafos. Tipicamente, um grafo é representado como um conjunto de pontos  |

(vértices) ligados por retas (as arestas). Dependendo da aplicação, as arestas podem ser direcionadas, e são representadas por "setas".

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>heurística</b>  | Método de solução de problemas indutivo baseado em regras derivadas do senso comum ou da experiência de um modelo teórico da matemática. Fornece uma base geral para a solução de problemas, contrastando com abordagens estritamente algorítmicas, que nunca variam.  |
| <b>hipermídia</b>  | Documento que contém imagens, sons, textos e vídeos, utilizando ligações de hipertextos para permitir o acesso para outro documento.   |
| <b>hipertextos</b> | Em computação, hipertexto é um sistema para a visualização de informação cujos documentos contém referências internas para outros documentos (chamadas de <i>hyperlinks</i> ou, simplesmente, <i>links</i> ), e para a fácil publicação, atualização e pesquisa de informação.   |
| <b>javascript</b>  | Linguagem de programação, criada pela Netscape, que funciona interativamente com o código HTML, aumentando os recursos do navegador.   |
| <b>multimídia</b>  | Tecnologia que permite combinar, em um único programa ou método de acesso (rede, CD-ROM, etc.), informações em diferentes meios, tais como texto, imagens estáticas e dinâmicas, clipes de áudio e de vídeo. Inclui funções de interatividade, ou seja, a possibilidade do usuário interagir com o programa na forma de um diálogo bidirecional. Também chamado de multimeios.   |
| <b>navegação</b>   | Ato de conectar-se a diferentes computadores da rede distribuídos pelo mundo, usando as facilidades providas por ferramentas como browsers <i>web</i> . O navegante da rede realiza uma "viagem" virtual explorando o ciberespaço, da mesma forma que o astronauta explora o espaço sideral.   |
| <b>nodo</b>        | Um Nodo ou nó representa cada ponto de inter-conexão com uma estrutura ou rede, independente da função do equipamento representado por ele.  |
| <b>POSIX</b>       | POSIX é o nome de uma família de normas relacionadas definidas pelo IEEE e designada formalmente por IEEE 1003. A designação internacional da norma é ISO/IEC 9945. A normalização das especificações POSIX surgiram de um projeto, iniciado por volta de 1985, que tinha como objetivo normalizar a interface de programação de aplicações para <i>software</i> desenhado para correr em variantes do sistema operativo UNIX. |

**processo unificado**

O Processo Unificado (UP) de desenvolvimento de sistemas combina os ciclos integrativo e incremental para a construção de *softwares*. É fundamental na visão de que o avanço de um projeto deve estar baseado na construção de artefatos de *software*, e não apenas em documentação.

- web** Termo usado para representar a grande rede de informações de multimídia da Internet

## APÊNDICE B – PERGUNTAS FREQUENTES

Para ajudar o usuário a compreender melhor a utilização do sistema se criou uma seqüência de *Frequently Asked Question* (FAQ):

### O que é OriAnt?

OriAnt é um sistema computacional baseado no comportamentos das colônias de formigas reais. O OriAnt funciona como um hospedeiro em uma página *web* e basicamente coleta as informações dos *links* acionados pelos usuários para orientar os usuários na navegação.

### Por que o nome OriAnt?

A palavra "Ant" em inglês significa formiga, a junção com o prefixo "Ori" forma a palavra Oriente, que significa orientação, direção.

### Por que escolher um grupo?

O grupo selecionado pelo usuário é de suma importância, pois, é baseado no histórico de usuários que acessaram o mesmo grupo que o sistema consegue gerar os *links* mais relevantes.

### Caso eu não escolha um grupo o sistema funcionará?

Não, o sistema só entrará em ação quando um grupo for selecionado.

### Eu posso escolher outro grupo durante a navegação?

Sim, você pode trocar de grupo a qualquer momento, basta clicar no ícone alterar grupo, que fica ao lado do grupo escolhido.

### Ao clicar nos links da camada OriAnt, ainda continuarei no site em que estou navegando?

Sim, os *links* da camada OriAnt só apontam para a página atual que você está navegando, apenas os *links* de idioma e ajuda apontam para uma sub-página do OriAnt.

### **Outros usuários podem ver as páginas que eu acesso?**

Não, o sistema não cadastra os usuários, a identidade do usuário é mantida em sigilo.

### **Os tipos de orientação interferem no *link* clicado?**

Não, os tipos de orientação apenas exibem as sugestões de forma diferente, não interferem na computação dos cliques.

### **Interações com a página como: Comentários, Avaliações e Contatos interferem na computação dos cliques?**

Esse clique será computado, somente se a interação o redirecionar para outra página.

### **Onde o OriAnt armazena as informações?**

O OriAnt requer um banco de dados PostGreSQL 8.1 ou superior para armazenar os dados.

### **O OriAnt funciona para um *site* externo ao domínio, por exemplo, eu poderia usar o OriAnt no site da UOL?**

Não, por motivos de segurança e limitações, o sistema OriAnt só funciona em um *site* de mesmo domínio.

### **O website hospedeiro poderá utilizar banco de dados?**

Sim, poderá utiliza-lo.

### **O website hospedeiro deve utilizar o banco de dados PostGreSQL?**

Não, o banco de dados não precisa ser o mesmo, entretanto, deve-se ter suporte a esse banco de dados.

### **O website hospedeiro pode conter *frames*?**

Não, o sistema OriAnt é um *frame* e não suporta sub *frames*.

**O website poderá utilizar javascript para redirecionar um *link*?**

Não, a página deve utilizar apenas *links* para navegação. Links que tiverem funções javascripts serão desconsiderados.

**Deve-se ter os *cookies* habilitado para navegar no sistema?**

Sim, as informações escolhidas pelo usuário são armazenadas em *cookies* e em sessões.

**Qual a diferença entre os tipos de orientação?**

Os tipos de orientação mostram várias formas de se atingir a página mais relevante. São elas:

***Disposição objetiva:***

Mostra qual é a página alvo. Essa é a página que em média foi mais visitada pelos outros elementos de um mesmo grupo.

***Disposição orientada:***

Mostra qual o caminho que se deve seguir para chegar até a página alvo. Esse caminho é traçado com base no histórico dos caminhos percorridos de usuários do mesmo grupo.

***Disposição relacionada:***

Mostra quais os links mais visitados pelos usuários de seu grupo. Além da página alvo outras páginas também podem interessar o usuário de determinado grupo, assim ao selecionar a exibição por assuntos relacionados, obtém-se uma lista das páginas mais relevantes para determinado grupo.

**Qual a diferença entre os contextos de orientação?*****Essa Página:***

Quando essa opção está selecionada, a disposição toma como contexto a página atual, ou seja, a partir da página atual qual será a próxima página mais relevante.

***Todas as Páginas:***

Quando essa opção está selecionada a disposição toma como contexto todas as páginas do sistema, ou seja, dentre todas as páginas qual é a página mais relevante.

## APÊNDICE C – APRESENTAÇÃO DA CAMADA ORIANT

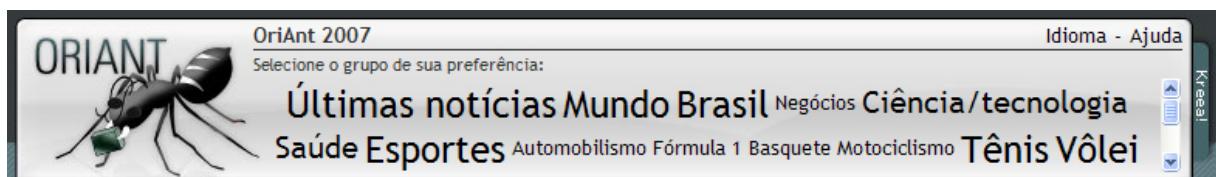


Figura C.1: Disposição dos grupos de interesse

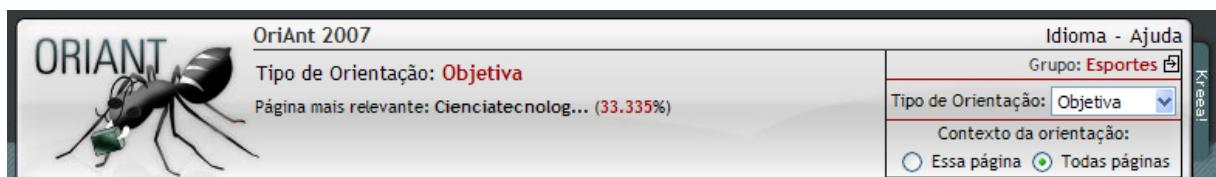


Figura C.2: Disposição objetiva

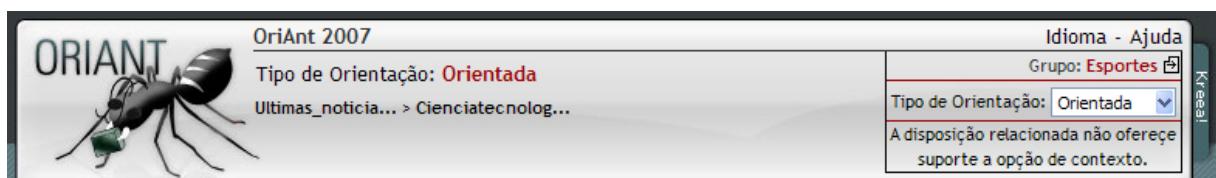


Figura C.3: Disposição orientada

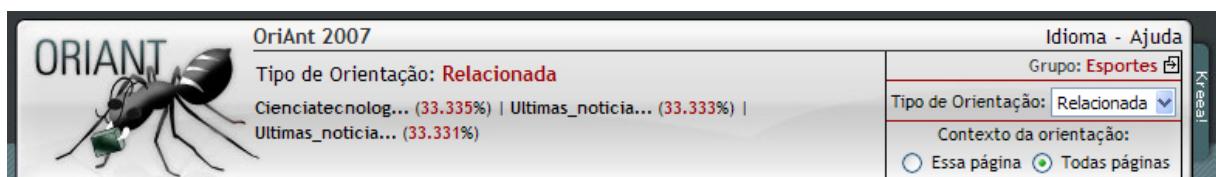


Figura C.4: Disposição relacionada

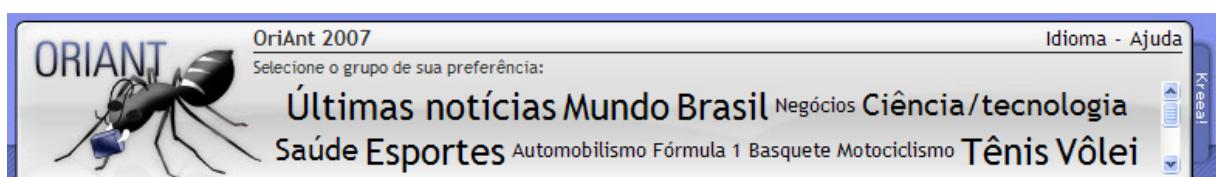


Figura C.5: Pele roxa

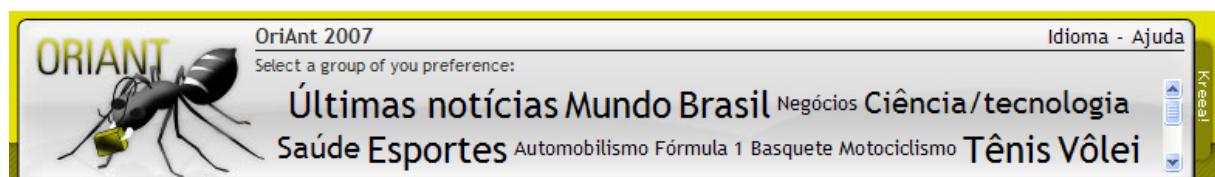


Figura C.6: Pele amarela

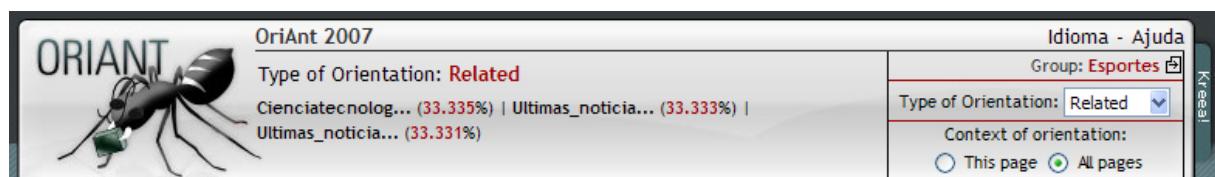


Figura C.7: Sistema em inglês

## APÊNDICE D – APRESENTAÇÃO DO SUBSISTEMA PARA TESTES

**Menu**

- Últimas notícias
- Mundo
- Brasil
- Negócios
- Ciência/Tecnologia
- Saúde
- Esportes
  - Automobilismo
  - Fórmula 1
  - Basquete
  - Motociclismo
  - Tênis
  - Vôlei
- Entretenimento
- Diversão
- Games

**BASE LOCAL**

Restam: 0:0:00 para a próxima atualização

Login:   
Senha:

Enviar

**Google - Últimas notícias**  
Feeds:18

**1 - MST fecha Estrada no Ceará em protesto contra o Incra - estadão.com.br**  
★★★★★ 2 - Comentário(s)  
 Tue, 03 Jul 2007 21:31:57 GMT  
[Detalhes - Ir para notícia](#)

**2 - Lula pede que cuidem bem dos brasileiros - Correio da Manhã**  
★★★★★ 0 - Comentário(s)  
 Thu, 05 Jul 2007 00:59:34 GMT  
[Detalhes - Ir para notícia](#)

**3 - Roriz renuncia ao mandato para evitar cassação - Reuters Brasil**  
★★★★★ 0 - Comentário(s)  
 Wed, 04 Jul 2007 10:45:58 GMT  
[Detalhes - Ir para notícia](#)

**4 - Farc divulgam vídeo como prova de vida de reféns - Reuters Brasil**  
★★★★★ 0 - Comentário(s)  
 Wed, 04 Jul 2007 21:25:30 GMT  
[Detalhes - Ir para notícia](#)

**5 - Ex-deputado federal está entre os presos da Hurricane 3 - estadão.com.br**  
★★★★★ 0 - Comentário(s)  
 Wed, 04 Jul 2007 23:09:44 GMT  
[Detalhes - Ir para notícia](#)

Figura D.1: Página principal do subsistema

**Menu**

- Últimas notícias
- Mundo
- Brasil
- Negócios
- Ciência/Tecnologia
- Saúde
- Esportes**
  - Automobilismo
  - Fórmula 1
  - Basquete
  - Motociclismo
  - Tênis
  - Vôlei
- Entretenimento
- Diversão**
  - Arte e Cultura
  - Cinema/DVD
  - Gente/TV
  - Moda
  - Música
  - Games

**BASE LOCAL**  
Restam: 0:0:00 para a próxima atualização

Login: \_\_\_\_\_  
Senha: \_\_\_\_\_

**« Voltar** **Google - Últimas notícias** Feeds:18

**Detalhes da Notícia**

**MST fecha Estrada no Ceará em protesto contra o Incra**  
estadão.com.br - 3 jul. 2007  
CEARÁ, Fortaleza - Cerca de 800 trabalhadores rurais ligados ao Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem-Terra (MST) fecharam nesta terça-feira, 3, parte da Estrada do Algodão, na altura do município de Chorozinho, na região metropolitana de Fortaleza.  
...  
Sem-terra ocupam pátio de prefeitura no Ceará O Globo Online (Assinatura)  
SEM-TERRA Diário do Nordeste (Assinatura)  
todos os 9 relacionados

**Ir para notícia**

**Avaliação (Vote clicando) - 1 voto(s)**  
★ ★ ★ ★ ★ (7.00)  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**2 comentário(s)**

**2** Diogo Cesar Teixeira Batista 01/08/2007 15:26:51 E-mail Site  
Gostei muito da notícia.

**1** Pedro Batista 01/08/2007 15:49:47 E-mail Site  
Eu não gostei da notícia.

**Comente essa página**

Nome: \_\_\_\_\_  
Email: \_\_\_\_\_  
Web site: \_\_\_\_\_  
Comentário:  
 \_\_\_\_\_

Figura D.2: Detalhes de uma notícia



Figura D.3: Modo de Administração

## APÊNDICE E – IMPLEMENTAÇÃO DOS RECURSOS DE DESENVOLVIMENTO

Para demonstrar a versatilidade da utilização dos recursos citados no Capítulo 8, estão transcritos códigos efetivamente utilizados no projeto.

### E.1 TABLELESS

O Código E.1 transcreve as linhas do arquivo `oriant.html` que abriga a camada principal do sistema.

Código E.1: Código do arquivo `oriant.html`

---

```

1 <!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/
  DTD/xhtml1-transitional.dtd">
2 <html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
3 <head>
4 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1" />
5 <!-- BEGIN bloco_titulo -->
6 <title>{titulo}</title>
7 <!-- END bloco_titulo -->
8 <!-- BEGIN bloco_skin -->
9 <link href="..../css/skins/{skin}/oriAnt.css" rel="stylesheet" type="text/css"/>
10 <!-- END bloco_skin -->
11 </head>
12 <!-- BEGIN bloco_javascript -->
13 <script>{sjax}</script>
14 <script language="javascript" src="..../jscripts/constants/constants.js"></script>
15 <script language="javascript" src="..../jscripts/codify/codify.js"></script>
16 <script language="javascript" src="..../jscripts/effects/effects.js"></script>
17 <script language="javascript" src="..../jscripts/links/links.js"></script>
18 <script language="javascript" src="..../jscripts/groups/groups.js"></script>
19 <script language="javascript" src="..../jscripts/forms/forms.js"></script>
20 <script language="javascript" src="..../jscripts/cookie/cookie.js"></script>
21 <script language="javascript" src="..../ajax/ajax.js"></script>
22 <script>
23 /* Configurações para substituição dos links */
24 var DOMINIO      = '{domain}';
25 var COOKIE_GRUPO = '{cookie_grupo}';
```

```

26 var COOKIE_QUALG = '{cookie_qualg}';
27 var COOKIE_CONTE = '{cookie_conte}';
28 var COOKIE_TIPOO = '{cookie_tipoo}';
29 </script>
30 <!-- END bloco_javascript -->
31 <!-- BEGIN bloco_html -->
32 <body onload="{execute_java}">
33 <div id="id_container">
34     <div id="id_logo"> </div>
35     <div id="id_conteudo">
36         <div id="id_titulo"> <span class="titulo">{cmp_titulo}</span> </div>
37         <div id="id_languange"><a href="{link_languange}" target="_parent">{cmp_lnaguage}</a><
38             /div>
39         <div id="id_spacer"> - </div>
40         <div id="id_help"> <a href="{link_help}" target="_parent">{cmp_help}</a> <
41             div>
42             <div id="id_tipo">
43                 {cmp_lb_tipo_orientacao}&ampnbsp<span id="id_tipo_orientacao" class="vemelho
44                     negrito tipoOri">{cmp_tipo_orientacao}</span>
45             <div id="id_informacoes"></div>
46             </div>
47             <div id="id_grupos"><span class="texto">{cmp_seleccione_grupo}<
48                 /span>
49             <div id="id_in_grupos"></div>
50             </div>
51             <div id="id_box">
52                 <form name="{id_form}">
53                     <div class="texto" id="id_box_grupo"> {titulo_grupo} <span class=
54                         "vemelho negrito">{cmp_grupo}</span>{cmp_alterar}</div>
55                     <div id="id_box_opcoes_tipo_ori">
56                         {cmp_lb_tipo_orientacao}
57                         <select id="{combo_name}" name="{combo_name}" onchange="{
58                             combo_java}" class="comboBox">
59                             {combo_opcoes}
60                         </select>
61                     </div>
62                     <div id="id_box_opcoes_contexto">
63                         {titulo_contexto}
64                         <br />
65                         <input id="{radio_name}" name="{radio_name}" type="radio"
66                             value="{radio_value_1}" onclick="{radio_java_1}" {
67                             radio_check_1}/>
68                         <span onclick="{radio_java_1}" class="cursorLink">{
69                             cmp_radio_op1}</span>
70                         <input id="{radio_name}" name="{radio_name}" type="radio"
71                             value="{radio_value_2}" onclick="{radio_java_2}" {
72                             radio_check_2}/>
73                         <span onclick="{radio_java_2}" class="cursorLink">{
74                             cmp_radio_op2}</span>
75                     </div>
76                     <div id="id_box_opcoes_contexto_ori">{cmp_disposicao_rel}</div>
77                 </form>
78             </div>
79         </div>
80     </div>
81 </body>

```

```

70  <div id="id_loading">  {cmp_carregando
    }... </div>
71  </body>
72  </html>
73  <!-- END bloco_html -->
```

---

No Código E.1 as linhas que estão entre as tags "<!--" e "-->" são comentários utilizados na substituição de tags no sistema de *templates* implementado, e as variáveis são definidas por uma palavra entre colchetes {}, (ver Seção 8.3.1). A linha 9 faz ligação do código HTML à um código CSS, nota-se que na URL há uma variável (*skin*) que será substituída pelo nome do *template* de interface selecionado. O trecho de código localizado entre as linhas 33 e 69 monta o *layout* da camada OriAnt, é possível observar que não há a utilização da tag "table" para a composição do *layout*.

O Código E.2 transcreve as linhas do arquivo oriAnt.css que é uma das folhas de estilo invocada pelo Código E.1.

#### Código E.2: Código do arquivo oriAnt.css

---

```

1  #id_container{
2      position:relative;
3      width:775px;
4      text-align:center;
5      margin:0 auto;
6      padding-top:12px;
7      height:120px;
8      background-image: url(../../../../images/skins/azul/oriAnt.jpg);
9      background-repeat: no-repeat;
10 }
11 #id_logo {
12     position:relative;
13     background-repeat: no-repeat;
14     background-position: center top;
15     background-attachment: scroll;
16     float:left;
17     width:154px;
18     height:117px;
19 }
20 #id_conteudo{
21     position:relative;
22     width:600px;
23     float:left;
24     text-align:center;
25     margin:0 auto;
26 }
27 #id_titulo{
28     text-align:left;
29     position:relative;
30     clear:none;
31     float:left;
```

```
32         width:511px;
33         border-bottom:solid 1px;
34         border-bottom-color:#333333;
35     }
36     #id_language{
37         text-align:right;
38         position:relative;
39         clear:none;
40         float:left;
41         padding-right:5px;
42         border-bottom:solid 1px;
43         border-bottom-color:#333333;
44     }
45     #id_spacer{
46         text-align:right;
47         position:relative;
48         clear:none;
49         float:left;
50         padding-right:5px;
51         border-bottom:solid 1px;
52         border-bottom-color:#333333;
53     }
54     #id_help{
55         text-align:right;
56         position:relative;
57         clear:none;
58         float:left;
59         border-bottom:solid 1px;
60         border-bottom-color:#333333;
61     }
62     #id_tipo{
63         position:relative;
64         text-align:left;
65         clear:both;
66         float:left;
67         width:405px;
68         padding-left:1px;
69         padding-top:5px;
70     }
71     #id_informacoes{
72         padding-top:5px;
73         font-size: 11px;
74         height:48px;
75         overflow-x: hidden;
76         overflow-y: auto;
77     }
78     #id_grupos{
79         position:relative;
80         clear:both;
81         float:left;
82         width:600px;
83         text-align:left;
84     }
85     #id_in_grupos{
86         position:relative;
```

```

87         float:left;
88         width:599px;
89         height:60px;
90         text-align:center;
91         overflow-x: hidden;
92         overflow-y: auto;
93     }
94     #id_box{
95         position:relative;
96         clear:none;
97         float:right;
98         width:190px;
99         text-align:right;
100        border-bottom:solid 1px;
101        border-left:solid 1px;
102        border-right:solid 1px;
103    }
104    #id_box_grupo{
105        border-bottom:solid 1px;
106        border-bottom-color:#9c0000;
107    }
108    #id_box_opcoes_tipo_ori{
109        text-align:center;
110        font-size: 11px;
111        padding-top:3px;
112        padding-bottom:3px;
113        border-bottom:solid 1px;
114        border-bottom-color:#9c0000;
115    }
116    #id_box_opcoes_contexto{
117        text-align:center;
118        font-size: 11px;
119    }
120    #id_box_opcoes_contexto_ori{
121        text-align:center;
122        font-size: 11px;
123    }
124    #id_loading{
125        background:#FFFFFF;
126        font:Verdana, Arial, Helvetica, sans-serif;
127        font-size:11px;
128        padding:5px;
129    }

```

---

O Código E.2 formata as *tags* do arquivo *oriant.html* compondo o *layout* da camada. Para alterar as cores e figuras do *layout* basta a substituição desse arquivo.

## E.2 RSS

O Código E.3 exemplifica a especificação RSS mencionada na Seção 8.1.3.

---

### Código E.3: Exemplo de RSS utilizado no subsistema para testes

---

```

1  <?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
2  <rss version="2.0">
3      <channel>
4          <title>Terra - RSS - Automobilismo</title>
5          <link>http://esportes.terra.com.br/ultimas/0,,EI1874,00.html</link>
6          <description>Últimas notícias - Automobilismo</description>
7          <language>pt-br</language>
8          <copyright>Copyright 2000-2006 Terra Networks, S.A.</copyright>
9          <image>
10             <title>Terra</title>
11             <width>132</width>
12             <height>54</height>
13             <link>http://www.terra.com.br</link>
14             <url>http://img.terra.com.br/i/logo.gif</url>
15         </image>
16         <webMaster>ednot@terra.com.br</webMaster>
17
18
19         <item>
20             <title><![CDATA[Tempestades ameaçam as 500 Milhas de Indianápolis]]></title>
21             <link>http://esportes.terra.com.br/interna/0,,OI1643926-EI2173,00.html</link>
22             <description><![CDATA[Tempestades ameaçam prejudicar a 91a. edição das 500
23                 Milhas de Indianápolis no ...]]></description>
24             <pubDate>Sat, 26 May 2007 19:52:00 GMT</pubDate>
25         </item>
26
27
28         <item>
29             <title><![CDATA[Kanaan vence prova mista da IRL]]></title>
30             <link>http://esportes.terra.com.br/interna/0,,OI645704-EI1874,00.html</link>
31             <description><![CDATA[O brasileiro Tony Kanaan, da Andretti Green, venceu a
32                 etapa de Sonoma, na ...]]></description>
33             <pubDate>Mon, 29 Aug 2005 03:47:49 GMT</pubDate>
34         </item>
35
36         ...
37
38         <item>
39             <title><![CDATA[Johnny Herbert vence a Le Mans Legend]]></title>
40             <link>http://esportes.terra.com.br/interna/0,,OI558206-EI1874,00.html</link>
41             <description><![CDATA[O ex piloto de Fórmula 1 Johnny Herbert conduziu o seu
42                 Jaguar à vitória na Le ...]]></description>
43             <pubDate>Sat, 18 Jun 2005 16:49:50 GMT</pubDate>
44         </item>
45     </channel>
46 </rss>

```

---

### E.3 AJAX

Para solidificar a utilização da tecnologia AJAX no sistema proposto, transcreve-se parte dos códigos para a obtenção dos grupos de interesses do sistema.

O trecho de Código E.4 mostra além das configurações do *framework* sAjax, uma função PHP que invoca outras funcionalidades também escritas em PHP.

---

Código E.4: Trecho de código do arquivo ajax.php

---

```

1  <?php
2  /**
3  * Funções a serem executadas pelo ajax.
4  */
5
6  /* Configurando o sAjax */
7  sajax_init();
8  $sajax_debug_mode = 0;
9  sajax_export("getGrupos", ...);
10 sajax_handle_client_request();
11 ...
12 ...
13
14 function getGrupos(){
15
16     global $controlador;
17
18     $controlador['oriant']->setGrupo($controlador['grupo']);
19     $retorno = $controlador['oriant']->getGroups();
20
21     return rawurlencode($retorno);
22 }
23 ...
24 ...
25
26 ?>
```

---

O trecho de Código E.5 mostra duas funções que seguem a padronização estipulada pelo *framework* sAjax.

---

Código E.5: Trecho de código do arquivo ajax.js

---

```

1 /**
2 * call_getGrupos()
3 */
4 function call_getGrupos(){
5     hide();
6     x_getGrupos(return_getGrupos);
7 }
```

```
8
9  function return_getGrupos(retorno){
10    var objIframe = parent.frames[1];
11
12    addContDiv(idInGrupos, url_decode(retorno));
13    show();
14    hideDiv(idInformacoes);
15    hideDiv(idTipo);
16    hideDiv(idBox);
17
18    /* Recarregando o frame inferior para remover os links gerados */
19    objIframe.window.location.reload();
20 }
```

---

Com o *framework* devidamente configurado é possível executar a função `call_getGrupos()` a qualquer momento em uma página já carregada. Essa irá invocar uma função transparente criada pelo *framework* sAjax chamada `x_getGrupos(return_getGrupos)`; que passa como parâmetro qual será a função que será executada como retorno. O código PHP é executado e retorna para a função `return_getGrupos(retorno)` com o valor de seu processamento. Os grupos são adicionados na *div* "idInGrupos" que pode ser observado na linha 12.

## APÊNDICE F – OUTROS NEURÔNIOS

Além dos neurônios descritos no Capítulo 7, outros neurônios foram implementados, são eles:

### Cryptography

Neurônio responsável por efetuar a criptografia e descriptografia de *strings*.

### Freight

Neurônio responsável por calcular o frete de um produto, esse valor é extraído do *site* oficial dos correios.

### Inifile

Neurônio responsável pela manipulação de variáveis em um arquivo texto do tipo ".ini".

### Photo

Neurônio responsável pela manipulação de fotos. Com ele é possível exibir uma foto redimensionada em tempo de execução.

### Piktura

Neurônio responsável pela criação de galerias de imagens. Esse neurônio cria toda a estrutura necessária para a exibição de uma galeria de fotos.

### RssGenerator

Neurônio responsável pela criação de um arquivo no formato RSS, tendo como fonte os arquivos do banco de dados local.

## **SendFile**

Neurônio responsável pelo envio de arquivos para o servidor. Nele é possível restringir tipos de arquivos permitidos para envio.

## **SendMail**

Neurônio responsável pelo envio de *e-mails*. Com ele é possível se fazer o envio de *e-mail* individual ou em massa, utilizando-se de um *template* HTML padrão para envio.

## APÊNDICE G – CLASSE GENÉRICA

A classe genérica está transcrita no Código G.1

Código G.1: Classe Genérica

---

```

1  <?php
2  abstract class Generic{
3
4      private $tabela;
5      private $condicao;
6      private $campos = array();
7      private $valores = array();
8      private $db;
9
10     public function __construct_Generic(){}
11
12     public function DataBase(){
13         if(empty($this->db)){
14             $this->db = new DataBase();
15             return $this->db;
16         }
17         else{
18             return $this->db;
19         }
20     }
21
22     public function uniqueKey($key){
23
24         $pk         = "";
25         $strCampos = "";
26         $campos     = $this->getCampos();
27         $separacao = "";
28
29         for($i=0; $i<count($campos); $i++){
30             if($i == 0) $pk = $campos[$i];
31             if($i == count($campos)-1){
32                 $separacao = "";
33             }
34             else{
35                 $separacao = " , ";
36             }
37             $strCampos .= $campos[$i].$separacao;

```

```
38     }
39
40     $key = "'".$key."'";
41
42     $sql = "SELECT ".$strCampos." FROM ".$this->getTabela()." WHERE ".$pk." = ".
43           $key;
44
45     $db = $this->dataBase();
46
47     return $db->query($sql);
48 }
49 public function save(){
50     $db = $this->dataBase();
51     $db->insert($this->getTabela(), $this->getCampos(), $this->getValores());
52 }
53 public function update(){
54     $db = $this->dataBase();
55     $db->update($this->getTabela(), $this->getCondicao(), $this->getCampos(),
56                 $this->getValores());
57 }
58 public function delete(){
59     $db = $this->dataBase();
60     $db->delete($this->getTabela(), $this->getCondicao());
61 }
62 abstract public function __toFillGeneric();
63 }
64 ?>
```

---

## APÊNDICE H – CONSTANTES DE ERROS

As constantes de erros estão transcritas no Código H.1.

Código H.1: Constantes de Erros

---

```

1  <?php
2  /**
3   * Array global com descrição dos erros
4  */
5  $erro['CONNECT_TO_DATA'] = "Não foi possível estabelecer uma conexão com o banco de dados :";
6  $erro['QUERY_GERA_ERRO'] = "A sentença escrita parece está com erro : ";
7  $erro['NENHUM_BANCO_SE'] = "Nenhum \"tipo\" de banco de dados foi selecionado.";
8  $erro['PARMS_INSUFICIE'] = "Parâmetros insuficientes para conectar ao banco de dados .";
9  $erro['ERRO_NA_CONEXA'] = "Não foi possível estabelecer uma conexão com o banco de dados :";
10 $erro['ERRO_NA_SELECÃO'] = "Não foi possível selecionar o banco de dados indicado : ";
11 $erro['INSERT_ERRO_CAM'] = "Houve um erro inserir um novo registro no banco de dados .";
12 $erro['DELETE_ERRO_CAM'] = "Houve um erro excluir dados da tabela .";
13 $erro['DELETE_UPDA_CAM'] = "Houve um erro atualizar dados da tabela .";
14 $erro['QUERY_ERRO_CAMP'] = "Houve um erro ao se executar uma instrução sql";
15 $erro['CRIPT_STR_CRIPT'] = "A string já está criptografada .";
16 $erro['CRIPT_STR_VAZIA'] = "A string está vazia .";
17 $erro['CRIPT_STR_DESCR'] = "A string já está descriptografada .";
18 $erro['TEMPL_PARMS_VAZ'] = "Parâmtros necessários estão em branco .";
19 $erro['TEMPL_TAG_REPLA'] = "Número de tags e replaces incompativel .";
20 $erro['E-MAIL_NOT_SEND'] = "Erro ao enviar o e-mail .";
21 $erro['TEMPLATE_NAO_EN'] = "O arquivo de template não foi encontrado .";
22 $erro['SESSION_NOT_ARR'] = "A sessão passada como parâmetro não é um array .";
23 $erro['INDI_OR_VALUE_E'] = "O índice ou valor da session está em branco .";
24 $erro['SESSION_NOT_EXI'] = "Não é possivel retornar o valor indexado pelo índice passo como parâmetro .";
25 $erro['SE_INDICE_EMPTY'] = "O índice passado como parâmetro está vazio .";
26 $erro['INDI_OR_VALUE_C'] = "O índice ou valor da cookie está em branco .";
27 $erro['COOKIE_NOT_ARRA'] = "A cookie passada como parâmetro não é um array .";
28 $erro['DIRETORIO_INVAL'] = "O diretório passado não é válido ";
29 $erro['ARQUI_INCOMPLET'] = "O arquivo não está completo , não foi possivel obter todas suas informações .";
30 $erro['EXT_ARQUIV_INVA'] = "A extensão do arquivo enviado não é válida .";
31 $erro['TAMANHO_MAIOR_P'] = "O arquivo ultrapassou o tamanho limite para envio .";
32 $erro['LOCALIZA_INVALI'] = "A localização enviada para montar a imagem não é válida .";
33 $erro['ALTU_LARG_VAZIA'] = "A largura e/ou altura da imagem está(ão) vazia(s) .";

```

```
34 $erro['LIB_TO_GIF_INVA'] = "A biblioteca para tratamento de imagens no formato GIF não foi  
encontrada.";  
35 $erro['LIB_TO_JPG_INVA'] = "A biblioteca para tratamento de imagens no formato JPG não foi  
encontrada.";  
36 $erro['LIB_TO_PNG_INVA'] = "A biblioteca para tratamento de imagens no formato PNG não foi  
encontrada.";  
37 $erro['INI_FILE_NOT_FI'] = "Não foi possível recuperar as informações do arquivo ini.";  
38 $erro['CAMINHO_NOT_DEF'] = "O caminho para gerar o arquivo RSS não está definido.";  
39 $erro['CANAL_INSE_VAZI'] = "O canal inserido está vazio.";  
40 $erro['CANAL_JAH_INSER'] = "Um canal já foi inserido.";  
41 $erro['IMAGE_ES_VAZIA'] = "A imagem inserida está vazia.";  
42 $erro['IMAGE_JAH_INSE'] = "Uma imagem já foi inserida.";  
43 $erro['ITEM_CAMPOS_VAZ'] = "O item inserido está com seus campos vazios.";  
44 $erro['ERRO_COUNT_REGS'] = "Houve um erro ao contar os registros de uma tabela : ";  
45 $erro['ERRO_G_MAX_REGS'] = "Houve um erro ao gerar o registro máximo de uma tabela : ";  
46 $erro['ERRO_GETIN_ROWS'] = "Houve um erro recuperar os dados de uma tabela : ";  
47 $erro['FERO_NAO_COMPUT'] = "Houve um erro ao computar o feromônio entre as páginas de origem  
e destino.";  
48 $erro['FERO_NAO_SUBITR'] = "Houve um erro ao executar o algoritmo de evaporação de feromônio  
. ";  
49 ?>
```

---

## **ANEXO A – PROPOSTA DE TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Esse anexo traz a proposta apresentada para este trabalho de diplomação.