

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS CORNÉLIO PROCÓPIO
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JOÃO RICARDO MORENO CAMILO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP EM UM SISTEMA DE TOMADAS DE
DECISÕES GENERALIZADAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015

JOÃO RICARDO MORENO CAMILO

**APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP EM UM SISTEMA DE TOMADAS DE
DECISÕES GENERALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Me. José Antonio Gonçalves

CORNÉLIO PROCÓPIO

2015

Dedico a Deus, minha família, noiva, amigos e professores.

RESUMO

CAMILO, João Ricardo Moreno. Aplicação do método AHP em um sistema de tomadas de decisões generalizadas. 2014. Trabalho de Diplomação (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

Este trabalho tem como finalidade demonstrar o desenvolvimento de um sistema *web* para o apoio nas tomadas de decisões individuais ou em grupos. Como mostra este trabalho, muitas vezes pessoas envolvidas em situações nas quais há necessidade de tomar decisões se baseiam exclusivamente na subjetividade, o que pode trazer mudanças em determinado processo de tomada de decisão. Nesse sentido, o que estava no rumo certo, pode ser desviado para um rumo errado. Também pode desviar este para o sucesso, porém, nestes dois casos há duas questões problemáticas: a incerteza e a insegurança. Para mitigar as consequências destas questões é aconselhado que os processos decisórios sejam metodológicos. Pode-se citar como exemplos para esta prática os métodos MacBeth (Bana e Costa, 1997), Electre (Figueira et al., 2005), *Analytical Hierachy Process* (Saaty, 1991), entre outros. Neste trabalho, optou-se pelo AHP. Para tanto, o sistema proposto anteriormente foi construído de forma a contemplar as características do AHP, gerando, assim, a primeira versão de uma ferramenta que aumente a dinâmica e a segurança nos processos de tomada de decisão.

Palavras-chave: AHP. Processo Hierárquico para Tomada de Decisão. Histórico de Processos de Decisões.

ABSTRACT

CAMILO, João Ricardo Moreno. .The application of AHP in a decision making system. 2015. Graduation Work (Tecnologia em Analise e Desenvolvimento de Sistemas), Universidade Tecnológica Federal do Parana. Cornelio Procópio, 2015.

This work aims to demonstrate the development of a web-based system for support in individual or group decision making. Often people involved in situations where there is a need to make decisions based solely on subjectivity, which can bring about change in a given decision-making process. In that sense, what was on the right track, it can be diverted to a wrong turn. You can also forward this to succeed, however, in these two cases there are two problematic issues: uncertainty and insecurity. To mitigate the consequences of these issues is advised that decision-making processes are methodological. It can be cited as examples of this practice the methods MacBeth (Bana e Costa, 1997), Electre (Figueira et al., 2005), Analytical Hierarchy Process (Saaty, 1991), among others. In this work, we opted for the AHP. Thus, the proposed system was constructed to contemplate the AHP characteristics, thus generating the first version of a tool that enhances the dynamics and safety in decision-making processes.

Keywords: AHP. Hierarchical Processo for Decision Making. Decisions Processes History.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura hierárquica geral do método AHP	18
Figura 2 - Matriz quadrada do método AHP	19
Figura 3 - Modelo UP	23
Figura 4 - Arquitetura MVC.....	25
Figura 5 - EAP das fases de Iniciação e Elaboração	27
Figura 6 - EAP da fase de Construção - parte 1.....	27
Figura 7 - EAP da fase de Construção - parte 2.....	28
Figura 8 - Iterações da fase de Construção - parte 1	29
Figura 9 - Iterações da fase de Construção - parte 2	30
Figura 10 - Iterações da fase de Construção - parte 3.....	31
Figura 11 - Diagrama de Caso de Uso Geral do Sistema	41
Figura 12 - Diagrama de Classes do Sistema AHP	45
Figura 13 - Mapa mental do projeto - parte 1	55
Figura 14 - Mapa mental do projeto - parte 2	56
Figura 15 - Mapa mental do projeto - parte 3	57
Figura 16 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 1	58
Figura 17 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 2	59
Figura 18 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 3	60
Figura 19 - Diagrama de Caso de Uso Geral	61
Figura 20 - Modelo de Entidade e Relacionamento	62
Figura 21 - Cadastrar Projeto	63
Figura 22 - Cadastrar Alternativa	64
Figura 23 - Cadastrar Característica Alternativa	65
Figura 24 - Comparação Critérios	66
Figura 25 - Comparação Alternativas Critérios.....	67
Figura 26 - Priorização	68
Figura 27 - Cronograma de Execução - parte 1	69
Figura 28 - Cronograma de Execução - parte 2	70
Figura 29 - Cronograma de Execução - parte 3	71
Figura 30 - Cronograma de Execução - parte 4	72
Figura 31 - Cronograma de Execução - parte 5	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de CA em função da ordem da matriz.....	21
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala numérica de julgamentos de Saaty	19
Quadro 2 - Cronograma Planejado	38
Quadro 3 - Cronograma de Execução.....	38
Quadro 4 - Requisitos Funcionais do Sistema	40

LISTA DE SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
CA	Consistência Aleatória
CSS	<i>Cascading Style Sheet</i>
DAO	<i>Data Access Object</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IC	Índice de Consistência
HTML	Linguagem de Marcação de Hipertexto
JSF	<i>Java Server Faces</i>
MER	Modelo Entidade-Relacionamento
MVC	<i>Model View Control</i>
PG	Prioridade Global
RC	Razão de Consistência
RUP	<i>Rational Unified Process</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UP	<i>Unified Process</i>
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
XHTML	<i>Extensible HyperText Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 MOTIVAÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivos Gerais	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
1.3 TRABALHOS RELACIONADOS.....	14
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 TOMADA DE DECISÃO	16
2.2 MÉTODO AHP.....	17
2.3 <i>UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)</i>	21
2.4 <i>UNIFIED PROCESS (UP)</i>	22
2.5 <i>RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)</i>	24
2.6 <i>MODEL VIEW CONTROL (MVC)</i>	24
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	26
3.1 MODELO DE PROCESSO ADOTADO	26
3.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS.....	31
3.2.1 <i>Java Server Faces (JSF)</i>	31
3.2.2 <i>Primefaces</i>	32
3.2.3 <i>Extensible HyperText Markup Language (XHTML)</i>	32
3.2.4 <i>Cascading Style Sheets (CSS)</i>	32
3.2.5 <i>Java Persistence API (JPA)</i>	32
3.2.6 PostgreSQL	33
3.2.7 Eclipse Luna 4.4.2	33
3.2.8 <i>Astah Professional</i>	33
3.2.9 Microsoft Excel	33
3.2.10 XMind	33
3.2.11 pgAdmin	34
3.3 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO MODELO DE PROCESSO.....	34
3.3.1 Iteratividade	34
3.3.2 Incrementabilidade	35

3.3.3	Planejamento das Abordagens.....	35
3.3.4	Histórico de Desenvolvimento	35
3.4	CRONOGRAMA	37
4	ARTEFATOS	39
4.1	REQUISITOS FUNCIONAIS.....	39
4.2	R1 - MANTER REGISTRO DE USUÁRIOS.....	41
4.3	R2 - MANTER REGISTRO DE GRUPOS.....	41
4.4	R3 - MANTER O REGISTRO DE PROJETOS	42
4.5	R4 - MANTER EQUIPES DE PROJETO	42
4.6	R5 - MANTER REGISTRO DE CRITÉRIOS	42
4.7	R6 - MANTER REGISTRO DE ALTERNATIVAS.....	43
4.8	R7 - MANTER REGISTRO DE CARACTERISTICA DAS ALTERNATIVAS	43
4.9	R8 - PERMITIR A COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS	43
4.10	R9 - PERMITIR COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS	43
4.11	R10 - PERMITIR O CÁLCULO DA PRIORIZAÇÃO.....	44
4.12	R11 - VISUALIZAR RELATÓRIO DE PRIORIZAÇÃO	44
4.13	DIAGRAMA DE CLASSES	44
4.14	REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS.....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
5.1	RESULTADOS.....	47
5.2	DIFICULDADES ENCONTRADAS	48
5.3	TRABALHOS FUTUROS	48
5.4	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	APÊNDICE A – Artefatos Gerados	54

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Angeloni (2003), pessoas envolvidas em situações nas quais há necessidade de tomar decisões dispõem de cada vez mais opções e precisam buscar cada vez mais evidências para solucionar problemas. Estas estão sujeitas a um mar de dados, informações e conhecimentos, e devem desenvolver habilidades e competências para separar o que é importante para a situação, pois, para a informação e o conhecimento serem considerados úteis, devem ser compreendidos e utilizados pelo tomador de decisão.

As pessoas devem estar preparadas para suportar o crescente volume e rapidez da circulação de informações e conhecimentos, implantando estruturas tecnológicas flexíveis que permitam a circulação destas, a fim de poder tomar decisões em tempo hábil e se adaptar às mudanças do meio ambiente em que estão inseridas. Diante deste contexto, um dos maiores desafios para decisores não é a obtenção de informações para a tomada de decisão, mas sim os aspectos que a envolvem, como o excesso de informações inúteis que os inunda e a subjetividade. (ANGELONI, 2003)

Para Bana e Costa (2000), o processo decisório é definido como um complexo sistema de relações, onde há características de natureza objetiva, como fatos e dados, e de natureza subjetiva, como o reflexo dos conhecimentos e experiências dos decisores.

Clemen e Reilly (2001) definem a experiência como sendo um fator de risco para um processo de decisório. Apesar de muito decisores considerarem-na o suficiente para que uma escolha seja tomada, a experiência traz apenas uma certeza exclusivamente parcial sobre o processo.

Gomes (2004), afirma que diante dessa necessidade, torna-se necessário a utilização de um método de apoio à decisão aplicado ao contexto do problema. O método AHP, desenvolvido na década de 70 por Thomas Saaty, é hoje o mais utilizado método de apoio à decisão na resolução de conflitos negociados em problemas de múltiplos critérios. Este método consiste na hierarquização das alternativas baseando-se nos critérios escolhidos para análise. No contexto deste trabalho, critérios são padrões que servem de base para que dados possam ser comparados e julgados; e alternativas são as possibilidades pelas quais se pode

optar. O objetivo deste contexto é a redução da subjetividade, oferecendo maior qualidade no processo decisório, a partir do consenso em relação à comparação dos critérios frente à escolha de uma alternativa.

A aplicação de um método de apoio à decisão remete também à gestão dos processos decisórios, possibilitando, assim, a eficiência das tomadas de decisão individuais ou em grupo.

1.1 MOTIVAÇÃO

Consoante aos fatos apresentados pode-se perceber como o grande número de informações influencia os decisores no dia a dia. Em detrimento disto, é fundamental que se tenha preocupação com soluções que os auxiliem na redução da subjetividade.

Com o propósito de auxiliar a tomada de decisão existe um conjunto de ferramentas tecnológicas, que serão apresentadas neste trabalho. No entanto, há a necessidade de mais ferramentas voltadas para o suporte a processos decisórios e a gestão das informações geradas nestes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos Gerais

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma aplicação para tratar o excesso de subjetividade envolvido em processos de tomadas de decisão, individuais ou em grupos, e auxiliar o decisor na gestão dos processos decisórios. As informações geradas durante estes são reflexos do consenso entre os envolvidos na escolha da melhor alternativa para a solução de um determinado problema, por meio do método AHP.

O sistema proposto possibilita que tomadores de decisão possam comparar critérios e alternativas avaliados durante o processo decisório e, também,

manter o histórico deste para utilização futura. Por fim, permite a hierarquização das alternativas avaliadas pelos critérios que melhor se enquadram às necessidades do decisor ou dos decisores.

1.2.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos deste trabalho, estão:

- Implementar algoritmo para o cálculo do método AHP;
- Reduzir a subjetividade e as armadilhas no processo decisório;
- Hierarquizar as alternativas avaliadas, visando definir um ranking de melhores alternativas;
- Apresentar os resultados do processo de tomada de decisão;
- Registrar comentários sobre andamento e conclusão o processo decisório, visando manter uma base histórica de conhecimento;
- Apresentar processos realizados anteriormente que tenham critérios e alternativas semelhantes ao avaliados.

1.3 TRABALHOS RELACIONADOS

O método AHP é frequentemente utilizado em organizações, decisões pessoais e trabalhos acadêmicos, onde os envolvidos se utilizam deste para a resolução de um problema que contenha critérios e alternativas definidos. Este fato possibilitou verificar as principais ferramentas utilizadas:

Expert Choice®: é um software *desktop* que permite priorizar objetivos, avaliar alternativas e critérios. Este traz relatórios técnicos e estatísticos sobre os processos decisórios realizados. O sistema não é intuitivo para o usuário final, e trabalha em conjunto com outros métodos de tomada de decisão.

Pela falta de ferramentas gratuitas, muitas pessoas utilizam o aplicativo Microsoft Office Excel, que é um software utilizado como base de dados para cálculos, planilhas e pastas de trabalho. Porém, nesse caso, é necessária a criação

de fórmulas para o cálculo do método de apoio a decisão.

Diante dos pressupostos, é possível perceber a oportunidade em se desenvolver uma ferramenta que seja intuitiva para o usuário final, além da disponibilidade em uma plataforma *web*. No Sistema AHP todos os cálculos do método são feitos em segundo plano, com o auxílio de um algoritmo desenvolvido propriamente para facilitar a tomada de decisão. O processo coleta das informações para este cálculo é facilitado por meio de formulários gerados pelo sistema e, posteriormente, preenchidos pelo decisor, restando somente o resultado final para a análise deste.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresentou o delineamento do problema e as informações que caracterizaram o tema deste trabalho. O capítulo 2 contempla a revisão bibliográfica nas quais se baseou este projeto. No capítulo 3 é apresentado o método empregado, discriminando detalhadamente o desenvolvimento e as ferramentas utilizadas no projeto. O capítulo 4 apresenta a documentação gerada referente ao modelo de processo utilizado. E o capítulo 5 traz as considerações finais e a conclusão deste trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos utilizados para a fundamentação deste trabalho. Para isso, baseou-se em trabalhos de autores compreendidos nas definições. Destacam-se os conceitos sobre a tomada de decisão e o método AHP.

2.1 TOMADA DE DECISÃO

Kortland (1996) define tomada de decisão como a escolha entre alternativas ou julgamento entre valores, sendo definida a que melhor se adequar a proposta estabelecida. De acordo com Marques et al. (2010), as tomadas de decisões apresentam características únicas, com diversos critérios, informações, alternativas, problemas e soluções.

Fulop (2005) dividiu o processo decisório em sete passos, são eles:

- Definição do problema: a partir do levantamento das causas e dos envolvidos;
- Definição dos requisitos: refere-se ao que o objetivo deve cumprir; estabelecendo metas, de acordo com necessidades do problema;
- Identificação das alternativas: definição das opções desejadas a fim de que se atinja um objetivo;
- Definição dos critérios: fatores para atingir os objetivos estabelecidos;
- Seleção da ferramenta: que melhor se adequa ao tipo de decisão a ser tomada;
- Avaliação das alternativas: pode ser subjetiva ou objetiva, a avaliação deverá definir as opções escolhidas entre as avaliadas;
- Validação da solução: a partir da avaliação da alternativa com os objetivos propostos.

Em meio ao processo decisório, Hammond et al. (1998) definem que a mente por ser o pior inimigo. Clemen e Reilly (2001) afirmam que muitas vezes as decisões são realizadas sem que se tenha a certeza sobre o resultado, e apresentam as principais armadilhas em um processo de tomada de decisão:

- O excesso de confiança nas circunstâncias;

- A previsão dos resultados antes da avaliação;
- A comparação com experiências anteriores;
- Os tomadores de decisão não comprometidos;
- A estimativa o resultado com base na experiência profissional; e
- Preconceito aos fatos.

Zeleny (1982) afirma que uma tomada de decisão é mais bem definida com um método de apoio para auxiliar na melhor solução de um problema. Considerando os métodos de tomada de decisão e a existência de diferentes critérios, Kou et al. (2010) indica o modelo de análise de critérios como a melhor solução para um problema que tenha alternativas e critérios definidos.

Para Fulop (2005) as alternativas selecionadas pelas ferramentas de tomada de decisão aplicadas devem ser validadas frente aos requisitos e objetivos do problema. Pode ser que a ferramenta seja mal aplicada, pois a intervenção humana pode fazer com que o decisor transmita toda a subjetividade da decisão para o método aplicado. Outro aspecto é que, em problemas complexos, as alternativas selecionadas podem chamar a atenção dos envolvidos, fazendo com que novas metas ou requisitos precisem ser adicionados ao modelo de decisão, sendo necessário refazer o processo.

Por meio dos conceitos de tomada de decisão e das necessidades de um modelo, é preciso utilizar um método de apoio ao processo decisório, visando minimizar a subjetividade e as armadilhas descritas neste item.

2.2 MÉTODO AHP

De acordo com Saaty (1991), o AHP é um método de análise de decisão e planejamento de tomadas de decisões, alocação de recursos escassos, resolução de conflitos e a necessária participação política nos acordos negociados. Este condiz com o pensamento humano na contextualização e estruturação de problemas. Saaty (1991) ainda diz que o método retrata decisões complexas, decompondo o problema em alternativas e critérios, e sintetizando assim a decisão. A simplicidade, matemática e capacidade de avaliar qualitativa e quantitativamente os problemas possibilitam a aplicação do método em contextos econômico, político, social e ambiental.

Para Saaty (1991), no método AHP os fatores subjetivos, uma vez inseridos no processo decisório, podem ser quantificados por meio do estabelecimento de pesos. Estas características são convertidas em prioridades, aspecto característico do método, por meio de comparação par a par entre cada critério e alternativa analisados. Este tipo de definição é visto como uma estrutura de decisão hierárquica, onde se têm objetivos, critérios e alternativas.

Para Schmidt (2003) o AHP utiliza lógica, julgamentos por consenso, e avaliação de fatores tangíveis e não tangíveis. Shimizu e Jansen (2004) afirmam que o método aplica-se a decisões de múltiplos critérios oferece vantagens quando o número de alternativas a serem avaliadas é menor ou igual a nove.

Bornia e Wernke (2001) afirmam que o método é estruturado por meio da definição das metas, alternativas e critérios que serão avaliados durante o processo. A Figura 1 demonstra esta estruturação do método AHP adaptado de Gartner (2001): no topo da hierarquia, a meta decisão representa o objetivo que culminará um processo de tomada de decisão. Os critérios são os parâmetros, e as alternativas são as escolhas. As setas representam a comparação par a par do método AHP. Dessa forma, a hierarquia nos fornece uma visão global da complexidade da situação, e auxilia os tomadores de decisão a avaliar o processo em níveis.

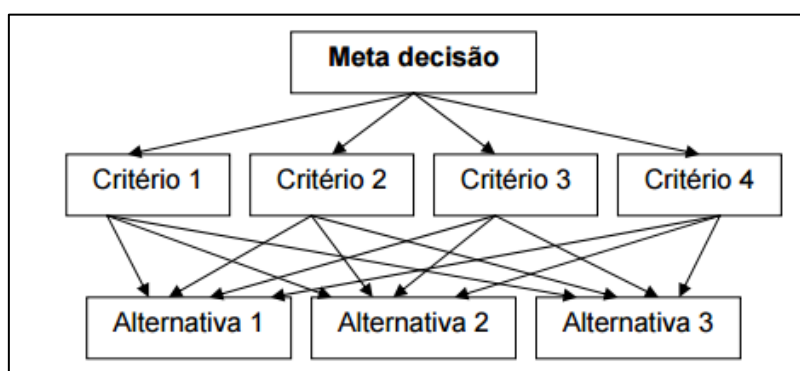


Figura 1 - Estrutura hierárquica geral do método AHP
Fonte: Adaptado de Gartner (2001)

A comparação par a par é baseada na escala numérica de julgamentos de Saaty (1991), e visa determinar o grau de importância de um critério sobre outro, baseando a decisão num aspecto quantitativo. Se um critério A for mais importante que B, na análise do decisor, esta escala é utilizada para se definir a importância de

um sobre outro. No Quadro 1 é possível visualizar a escala numérica proposta no auxílio no processo de tomada de decisão. Estas informações são utilizadas para a montagem de uma matriz de comparação e priorização dos critérios.

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos os elementos são de igual importância	Ambos os elementos contribuem com propriedade de igual forma
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões

Quadro 1 - Escala numérica de julgamentos de Saaty
 Fonte: adaptado de Trevisano e Freitas (2005)

Dodgson et al. (2001), indica o uso de questionários para a coleta destas comparações uma maneira adaptada. Para isto, utiliza-se um formulário com questões intuitivas, que facilitam a obtenção dos dados necessários para o cálculo do método. A partir das respostas do questionário, estas comparações são transferidas para uma série de matrizes quadradas, onde o número na linha i e na coluna j dá a importância de C_i em relação à C_j . A Figura 2 representa esta situação:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1j} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2j} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3j} \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/a_{1j} & 1/a_{2j} & 1/a_{3j} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 2 - Matriz quadrada do método AHP
 Fonte: Dodgson et al. (2001)

Para Saaty (1991), nestas matrizes, a_{ij} refere-se ao julgamento do par de critérios (C_i e C_j) e o valor do grau de importância. Dessa forma, Abreu et al. (2000)

afirma que devem-se atender algumas condições para o cálculo da matriz:

- a) seja $a_{ij} = a$, então $a_{ji} = 1/a$ (princípio da reciprocidade);
- b) se $a_{ij} = 1$, então $a_{ji} = 1$ e $a_{ii} = 1$, para todo i .
- c) $a_{ik} = a_{ij} \times a_{jk}$ (consistência dos julgamentos)

Essas matrizes são aplicadas pela técnica matemática de auto vetor, assim os critérios serão calculados, transformando-os em pesos locais e globais para cada um. Seu cálculo é feito através da soma das colunas das matrizes baseadas na reciprocidade. Para normalizar os valores da matriz, são divididos os valores do julgamento pelo auto vetor calculado.

Na parte mais importante do método, precisa-se calcular o vetor de priorização. Este armazena o grau de importância de cada alternativa à luz dos critérios. Portanto, a matriz de critérios, gerada na primeira etapa, deverá ser combinada com a matriz de comparação das alternativas, conforme abaixo:

$$PG(a_1) = PML(Cr_1) \cdot PML(a_1)_{Cr_1} + PML(Cr_2) \cdot PML(a_1)_{Cr_2} + \dots + PML(Cr_n) \cdot PML(a_1)_{Cr_n}$$

Em que:

$PG(a_1)$ = Prioridade media global da alternativa a_1

$PML(Cr_1)$ = Prioridade media local do critério 1

$PML(a_1)_{Cr_1}$ = Prioridade media local da alternativa 1 no critério 1

$PML(Cr_2)$ = Prioridade media local do critério 2

$PML(a_1)_{Cr_2}$ = Prioridade media local da alternativa 1 no critério 2

$PML(Cr_n)$ = Prioridade media local do critério n

$PML(a_1)_{Cr_n}$ = Prioridade media local da alternativa n no critério n

Após este cálculo, cada alternativa terá uma prioridade diferente, e é essa priorização que definirá a ordenação das importâncias de cada uma delas após o fim do processo.

O cálculo da razão de consistência proposto pelo método AHP é calculado através da matriz de consistência. Deve-se, então, calcular o índice de consistência por meio da fórmula (1):

$$\lambda_{max} = \left[P_{auxiliar\ 1} + P_{auxiliar\ 2} \dots + P_{auxiliar\ i} \right] / n \quad (1)$$

Assim, pode-se calcular a razão de consistência (RC) por meio da

divisão do índice de consistência (IC) pelo índice de consistência aleatório (CA) proposto por Saaty (1991). A fórmula (2) representa essa informação:

$$RC = IC/IR \quad (2)$$

Para ter a certeza da consistência dos julgamentos avaliados, a razão de consistência deve $RC \leq 0,10$, indicando se o processo decisório foi feito de forma coerente, ou se precisarão ser feitas correções. A

Tabela 1 representa essa informação.

Tabela 1 - Valores de CA em função da ordem da matriz

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Pamplona et al. (1999)

Após os conceitos descritos neste capítulo, tornou-se necessário verificar os aspectos que envolvem a construção do projeto.

2.3 UNIFIED MODELING LANGUAGE (UML)

De acordo com Booch et al. (1998), a *Unified Modeling Language (UML)* foi criada por meio de compilações das melhores práticas de engenharia e é considerada uma linguagem de modelagem que possibilita a representação de um projeto de maneira padronizada, pois apresenta sintaxe e semântica, por meio do desenvolvimento de documentação de um sistema, onde é possível visualizar, especificar e construir artefatos.

Booch et al. (1998) ainda dizem que a modelagem é um fator primordial na construção de um projeto para o entendimento de seu desenvolvimento. Quanto maior o sistema, mais a necessidade de trabalhar com esta atividade.

A linguagem para visualização remete à um conjunto informações que podem ser interpretadas, onde outro analista possa interpreta-la; a linguagem para especificação está relacionada ao desenvolvimento de modelos; a linguagem para construção é a definição de modelos que podem ser programados, através de elementos gráficos na UML; por fim, a linguagem de documentação remete aos artefatos gerados, detalhando os aspectos de arquitetura e desenvolvimento do projeto.

Definida a linguagem para a documentação do projeto, torna-se necessária a utilização de um modelo de processo para a gestão das atividades deste.

2.4 UNIFIED PROCESS (UP)

Embora havendo um estudo no início do projeto sobre a metodologia de construção a ser utilizada, considerou-se a necessidade de aprofundar melhor sobre os objetivos das fases e tarefas do modelo de processo, com o objetivo de obter a correta construção do projeto, e reduzindo as possibilidades de falhas com relação à realização das tarefas, requisitos e cronograma.

De acordo com Jacobson et al. (1999), o UP surgiu para a realização de desenvolvimento de software, objetivando a construção de projetos orientados a objetos. Portanto, é um conjunto de tarefas necessárias para transformar requisitos de usuário em um *software*.

Para Jacobson (1999), o UP apresenta um aspecto iterativo e incremental que possibilita que novas versões sejam implementadas ao projeto original. Conforme mostra a Figura 3, as fases são etapas do UP, e podem ser divididas em:

- Iniciação: contém as disciplinas necessárias à concordância das partes interessadas, com os objetivos, a arquitetura e o planejamento do projeto;
- Elaboração, complementar a documentação dos casos de uso, voltados para a arquitetura do sistema e revisão de modelagem do negócio;
- Construção: desenvolvimento físico do software, produção de códigos e testes;
- Transição: plano de implantação e entrega, acompanhamento e qualidade de software.

Já as Disciplinas são atividades que serão executadas em cada uma dessas fases, e podem ser divididas em:

- Requisitos: levantamento de necessidades das partes interessadas e transformá-las em um conjunto de requisitos para a construção do sistema;
- Análise e Projeto: demonstrar como o sistema vai ser realizado;
- Implementação: código-fonte do projeto;
- Testes: verificar a interação entre os objetos, integração entre componentes do software, verificação de erros, e cumprimento de requisitos.

As iterações são as possibilidades de refazer as mesmas Disciplinas todas as vezes que o processo necessitar.

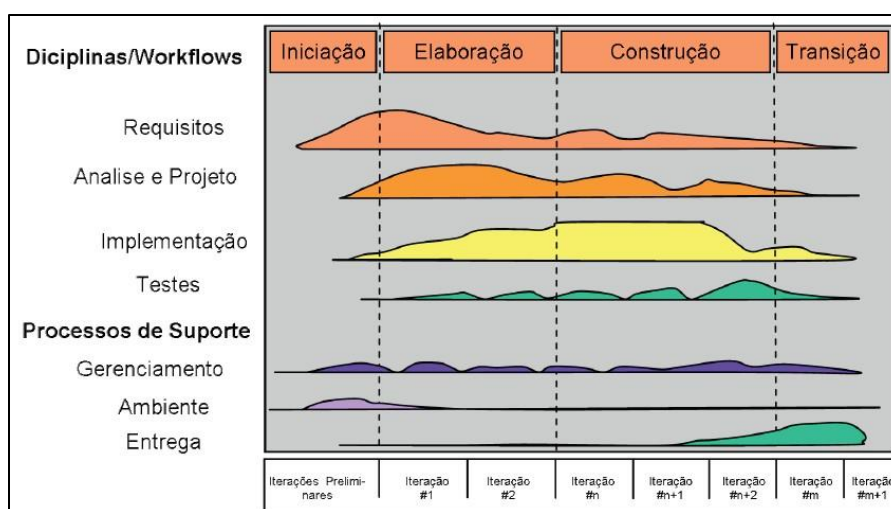


Figura 3 - Modelo UP
Fonte: adaptado de Booch et al. (1998)

O aspecto iterativo e incremental do UP remete a uma possibilidade de execução repetitiva do mesmo até que a finalidade seja alcançada. Ainda de acordo com Jacobson et al. (1999), para que um software seja desenvolvido de maneira eficaz, com menores chances de erros e com maior foco na qualidade, é necessário que o projeto tenha um processo de desenvolvimento definido.

De acordo com Cataldo (2008), modularizar um projeto permite a minimização das dependências, e o gerenciamento dos níveis de complexidade que o envolve, o que possibilita a realização de trabalhos paralelos. O conceito de modularização aliado às características do UP citadas anteriormente foi o motivo da

escolha deste modelo.

Após a definição do UP, houve a necessidade de verificar suas diferenças frente ao *Rational Unified Process* (RUP). De acordo com Sommerville (2007), a origem do RUP é baseada nos conceitos de UML e do UP.

2.5 RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)

O *Rational Unified Process* (RUP) é um processo de engenharia de software criado pela *Rational Software Corporation*, que foi adquirida pela IBM, tornando-se mais tarde o *IBM Rational Unified Process* (IBM, 2014), e é considerado um modelo para gestão de projetos que proporciona práticas em comum utilizadas na indústria, fornecendo boas práticas para o desenvolvimento do projeto. O RUP permite utilizar-se das práticas evidenciadas para a gestão de projetos de software, fornecendo diretrizes para a equipe envolvida desenvolver o projeto de maneira eficaz.

De acordo com Paula Filho (2003), o UP possui algumas características principais: é dirigido por caso de uso, centrado na arquitetura, e é iterativo incremental. As abordagens utilizadas pelo processo são: Construção Iterativa; Modelagem de Software; Qualidade de Software; Controle de Software. (RATIONAL, 1998).

Portanto, as principais diferenças entre o UP e o RUP estão nas suas estruturas e seqüências de atividades. Além de que, o primeiro, é vendido como base de conhecimento, o que explica seu maior grau de detalhamento.

2.6 MODEL VIEW CONTROL (MVC)

De acordo com França (2013), o MVC é um padrão de arquitetura de software, onde é possível desmembrar a apresentação da *view* da regra de negócio, e do banco de dados, que armazena as informações referentes à aplicação. Este tipo de padrão, em três camadas, é bastante utilizado em sistemas

web, justamente pelo motivo de haver a possibilidade de desmembramento da interface, da lógica e do banco de dados. Esses são os aspectos que justificam a utilização deste no projeto.

França (2013) ainda afirma que essa flexibilidade permite alterações em uma camada específica sem afetar as demais, contanto que o relacionamento entre elas permaneça o mesmo. As funcionalidades são implementadas nesta arquitetura, sendo definida em três camadas, conforme apresentado na Figura 4:

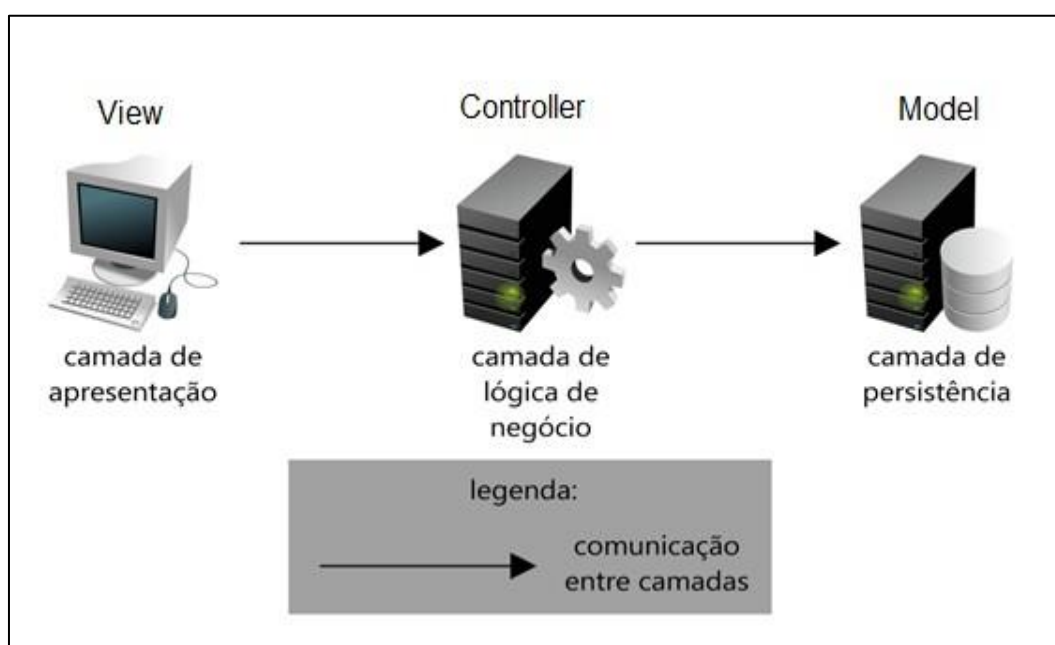


Figura 4 - Arquitetura MVC
Fonte: França (2013)

A camada *View* refere-se à apresentação da interface da aplicação ao usuário, e como as informações serão apresentadas, além de determinar o envio das interações do usuário para a camada *Controller*.

O *Controller* é a camada incumbida pela comunicação entre as classes de *View* e *Model* do projeto. Assim, o código fonte das regras de negócios é descrito nesta.

O *Model* é a camada ligada às classes da entidade, a qual utiliza um padrão de persistência que possibilita a separação das regras de negócio das regras de banco.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo será abordado o processo de desenvolvimento utilizado para a construção deste trabalho.

3.1 MODELO DE PROCESSO ADOTADO

De acordo com os conceitos apresentadas no capítulo 2, o modelo de processo escolhido foi o UP, dados os motivos: este preza pela documentação, controle de escopo, controle de requisitos, além de papéis bem definidos, mas cabe destacar a liberdade que este proporciona para determinar o tamanho de cada iteração. Outro aspecto é a incrementabilidade, devido à volatilidade dos requisitos.

Seguindo o UP, as fases de Iniciação e Elaboração, requeridas pelo modelo de processo, foram executadas e, mais tarde, refinadas durante a fase de Construção, sendo estas dispostas no APÊNDICE A (pág. 54), como determinação da ideia geral e do escopo do desenvolvimento, por meio do mapa mental e estrutura analítica do projeto.

A fase de Construção do projeto é apresentada por meio do desenvolvimento do sistema de forma modularizada, sendo cada módulo iterado com as disciplinas que envolvem o modelo de processo. No APÊNDICE A, é possível observar o acompanhamento do cronograma de execução, além de ser possível visualizar as tarefas realizadas em cada etapa.

Por não haver necessidade de implantação, em cumprimento à exigência para realização do trabalho acadêmico, o projeto foi finalizado na fase de Construção.

Para facilitar a visualização e o entendimento das fases acima citadas, e das demais atividades do processo de desenvolvimento, estas foram listadas como apresentam as estruturas analíticas do projeto (EAPs) nas Figuras 5 a 7.

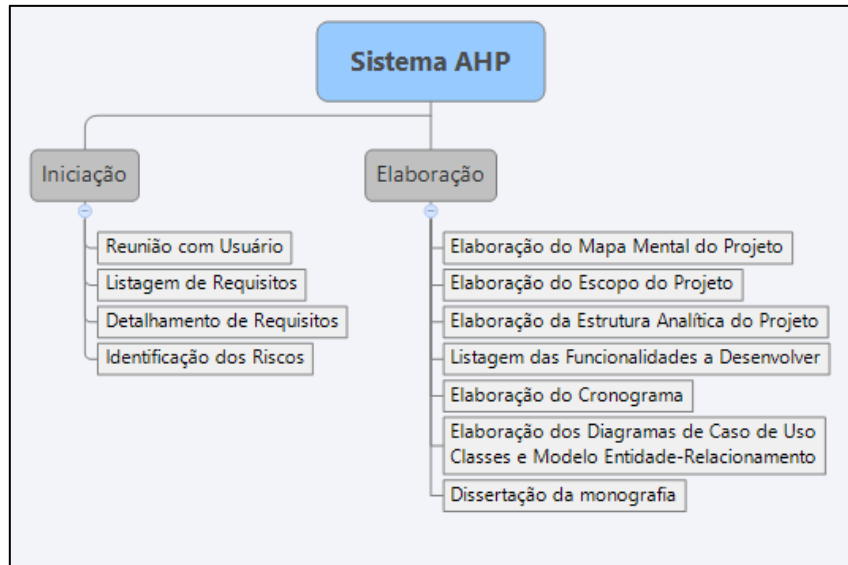


Figura 5 - EAP das fases de Iniciação e Elaboração
Fonte: Autoria Própria

A Figura 6 demonstra o processo de desenvolvimento do projeto na fase de Construção, onde a primeira atividade foi a preparação do ambiente de desenvolvimento. Os módulos envolvidos são: usuários, grupos, projeto, critérios, alternativas e características das alternativas. Em cada um destes constaram as etapas Requisitos, Análise e Design, Implementação e Testes.

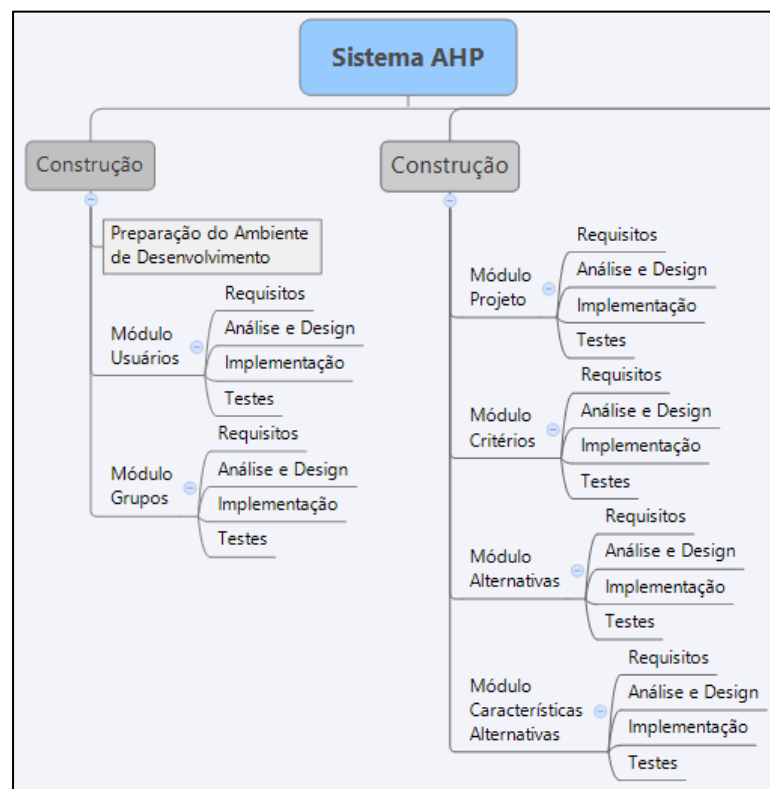


Figura 6 - EAP da fase de Construção - parte 1
Fonte: Autoria Própria

A Figura 7 demonstra os módulos Comparação Critério, Comparação Alternativa Critério, Média Relativa, Resultado, Equipes, Pesquisa, Clones. Em cada um destes constaram as etapas Requisitos, Análise e Design, Implementação e Testes.

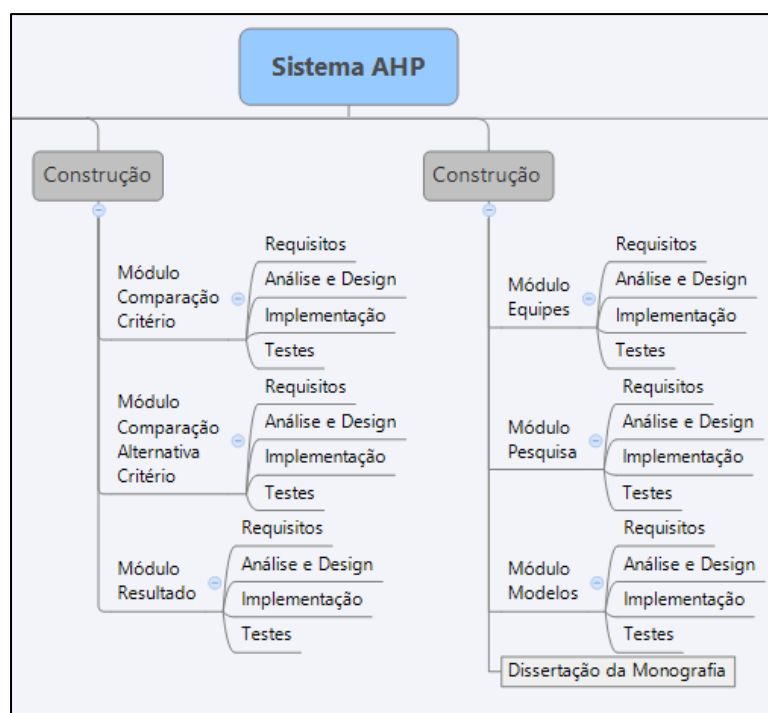


Figura 7 - EAP da fase de Construção - parte 2
Fonte: Autoria Própria

Durante o desenvolvimento do projeto houve 12 iterações, que foram realizadas separadamente em módulos. A realização destas tarefas pode ser visualizada na Figura 27 (pág. 69). As Figuras 8 a 10 demonstram o planejamento da distribuição da construção dos módulos de maneira a facilitar a visualização do processo.

A Figura 8 apresenta o processo de construção e suas respectivas atividades. Nesta constam as iterações de configuração do *Primefaces* no ambiente, e a criação das entidades Usuários e Grupos.

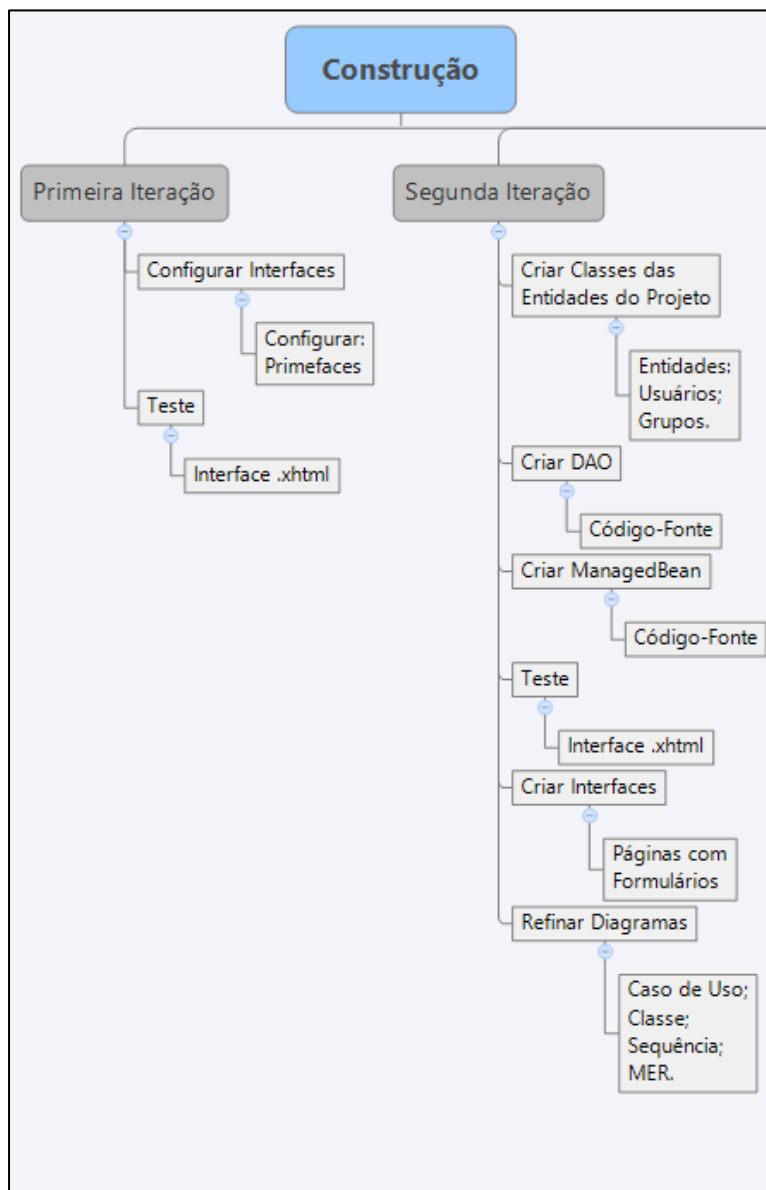


Figura 8 - Iterações da fase de Construção - parte 1
Fonte: Autoria Própria

A Figura 9 apresenta o processo de construção e suas respectivas atividades. Nesta constam as iterações relacionadas à criação das entidades Projeto, Critérios, Alternativas, Características Alternativas, Comparação Critério, Média Relativa e Resultado.

Além de constar a criação do DAO, *ManagedBean*, Testes, Interface e refinação dos Diagramas.

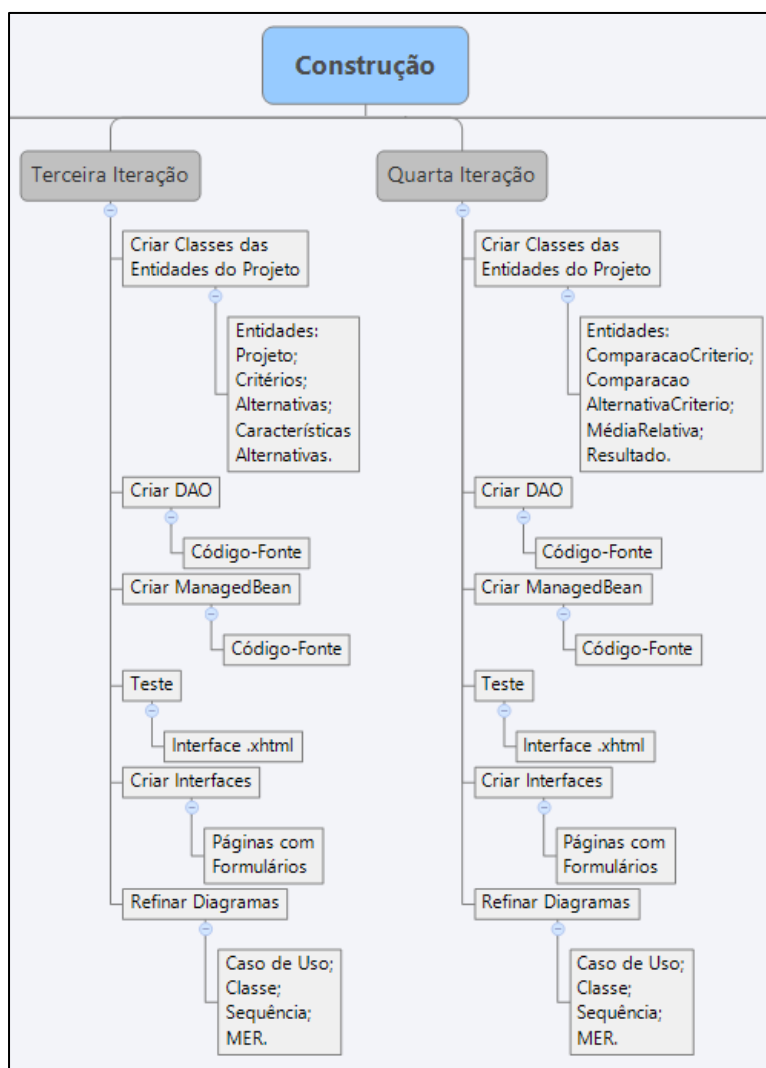


Figura 9 - Iterações da fase de Construção - parte 2
Fonte: Autoria Própria

A Figura 10 apresenta o processo de construção e suas respectivas atividades. Nesta constam a configuração do *Primefaces* no ambiente, e a criação das entidades Projeto, Critérios, Alternativas, Características Alternativas, Comparação Critério, Média Relativa e Resultado. Além de constar a criação do DAO, *ManagedBean*, Testes, Interface e refinação dos Diagramas.

Por fim, foram realizados o refinamento do layout das interfaces e configuração do *Spring Security* para a segurança da aplicação, onde foi desenvolvida a autenticação do sistema.

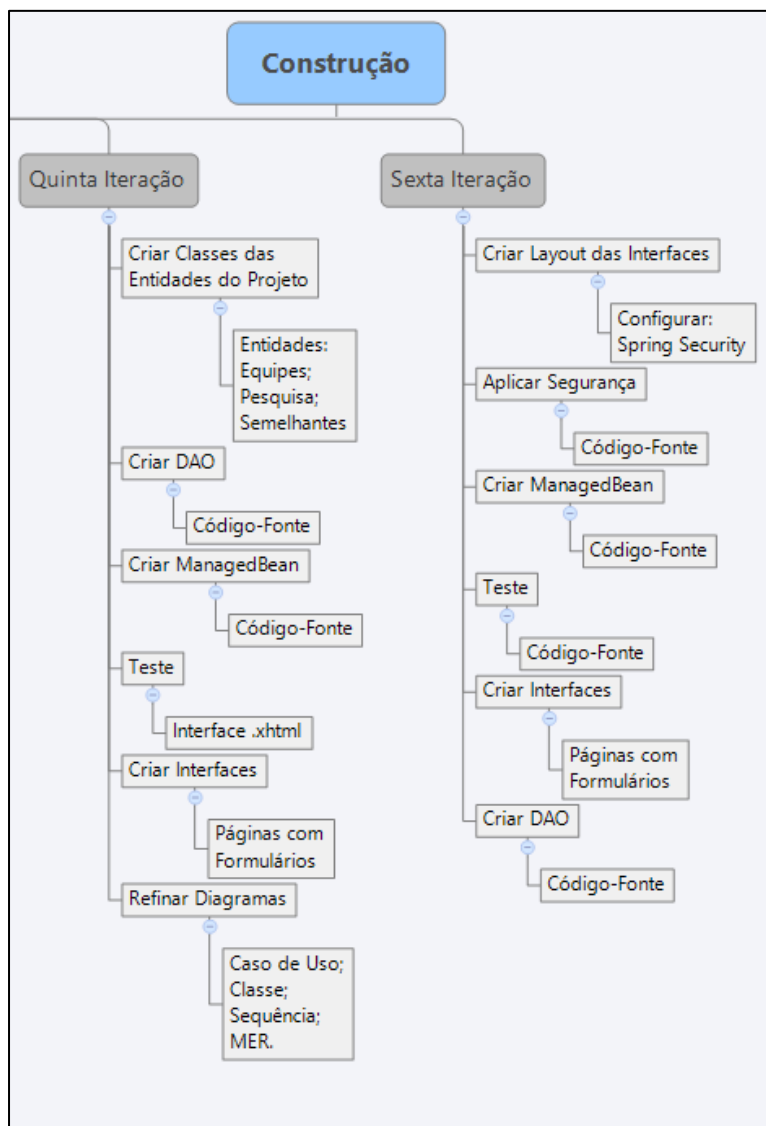


Figura 10 - Iterações da fase de Construção - parte 3
 Fonte: Autoria Própria

3.2 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS

Nos itens abaixo, estão descritas as tecnologias e ferramentas utilizadas o desenvolvimento do projeto.

3.2.1 Java Server Faces (JSF)

Java Server Faces (JSF) é um *framework* de manipulação de componentes que possibilita com que desenvolvedores na tecnologia *web* possam

construir interfaces para o usuário. Sua vantagem está na utilização da arquitetura MVC e interface baseada em eventos. Assim, a regra de negócio fica separada das demais camadas. Foi utilizado para o desenvolvimento da aplicação.

3.2.2 *Primefaces*

Primefaces é um framework de código aberto para JSF 2.0 que possui diversos componentes *web* em sua biblioteca. Foi utilizado para a manipulação dos componentes de interface da aplicação.

3.2.3 *Extensible HyperText Markup Language (XHTML)*

Extensible HyperText Markup Language (XHTML) é uma reformulação da linguagem de marcação HTML baseado em XML. Foi utilizada para estruturar as páginas web da aplicação.

3.2.4 *Cascading Style Sheets (CSS)*

Cascading Style Sheets (CSS) são estilos para páginas Web, vinculadas ou não ao código HTML. Fornece aos desenvolvedores um maior controle sobre a exibição das páginas Web (AMARAL, 2006).

3.2.5 *Java Persistence API (JPA)*

Java Persistence API (JPA) é um padrão da linguagem Java utilizado para a persistência de dados (BOCK, 2011). Foi utilizado para fazer a persistência de dados no sistema.

3.2.6 PostgreSQL

De acordo com Bastos (2008), o PostgreSQL é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados que utiliza a um conjunto estendido do SQL. No caso, PL/PGSQL.

3.2.7 Eclipse Luna 4.4.2

Eclipse é uma IDE com suporte para múltiplas linguagens de programação. Foi utilizado para suporte às tecnologias empregadas e automatização das funções de codificação.

3.2.8 *Astah Professional*

Astah Professional é um *software* de modelagem que disponibiliza diversos recursos para a criação dos artefatos da UML. (ASTAH, 2013). Foi utilizado para a montagem dos artefatos.

3.2.9 Microsoft Excel

O Microsoft Office Excel é um aplicativo utilizado como base de dados para cálculos, planilhas e pastas de trabalho. Foi utilizado para a organização e cálculos de várias informações do projeto.

3.2.10 XMind

O XMind é um aplicativo de suporte e gestão de ideias. É possível utiliza-

lo para a criação de fluxos, mapas mentais, entre outras funcionalidades. Foi utilizado para a criação do mapa mental e do EAP.

3.2.11 pgAdmin

De acordo com Bastos (2008), pgAdmin uma ferramenta gráfica utilizada pelo PostgreSQL que oferece opções de criação, manutenção e visualização das tabelas a partir de interfaces gráficas.

3.3 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DO MODELO DE PROCESSO

Esta seção descreve a utilização do modelo de processo aplicado durante o desenvolvimento do projeto, sendo este descrito no item 2.4 (sobre UP). Conforme a Figura 27 (pág. 69) apresenta, os processos de iteração ocorreram por meio da implementação dos módulos do projeto.

3.3.1 Iteratividade

A construção da maioria dos módulos resultou de poucas iterações. No entanto, foi verificada a necessidade de se realizar um novo levantamento de requisitos do módulo “Projetos”, onde foram verificadas novas necessidades para o sistema.

Esta situação será mais bem descrita no item 3.3.4, sobre o Histórico do Desenvolvimento.

3.3.2 Incrementabilidade

No sistema desenvolvido, a possibilidade de incrementar ocorreu pelo fato deste ser construído através de módulos, sendo estes incrementados ao projeto.

3.3.3 Planejamento das Abordagens

A fim de facilitar o entendimento do projeto, as Figuras 8 a 10 (pág. 29 a 31) foram desenvolvidas para considerar as diferentes iterações realizadas para a construção do sistema e favorecer a percepção de cada módulo desenvolvido. A execução é demonstrada pelas Figuras 27 a 30 (pág. 69 a 72), por meio das tarefas e partes construídas e suas respectivas iterações.

3.3.4 Histórico de Desenvolvimento

Durante o desenvolvimento do projeto foi registrado o histórico de sua construção. As Figuras 8 a 10 (pág. 29 a 31) apresentam as atividades de construção realizadas dentro de cada iteração. A cada uma destas, os requisitos foram sendo refinados, seguindo as mudanças de necessidades do sistema. Estas e outras partes dos processos são descritas neste tópico. Também estão registradas algumas dificuldades e riscos identificados durante a construção.

O histórico de desenvolvimento está vinculado ao cronograma de execução, apresentado no Quadro 3 (pág. 19) e, também, na Figura 27 (pág. 69).

O cronograma da fase de Construção do projeto foi adiado por 30 dias pela necessidade de capacitação sobre as tecnologias propostas.

O projeto foi iniciado por meio da construção dos módulos (Projeto, Usuário, Critério, Alternativa, etc.) que possibilitaram o andamento do projeto. Os demais módulos foram implementados utilizando os recursos produzidos pelos

módulos anteriores.

O desenvolvimento do sistema se deu pela construção das entidades, banco de dados, diagramas, persistência, código-fonte, e interface, já com a pré-configuração do ambiente de desenvolvimento utilizando o *PrimeFaces* para a manipulação dos componentes das interfaces. Testes funcionais eram realizados para a garantia da persistência. Durante as iterações, os diagramas foram modificados de acordo com as necessidades e requisitos levantados. Também, foram construídos diagramas de sequências para as principais funcionalidades que envolvem o projeto.

Visando aproveitar as informações das tomadas de decisão, percebeu-se a necessidade de manutenção do histórico dos processos decisórios ocorridos anteriormente. Dessa forma, novos projetos poderiam aproveitar modelos anteriores, além de ser possível utilizar as informações em implementações futuras, aproveitando melhor o projeto e seus resultados.

Desse modo, foi criada uma função para clonar um projeto, criando uma cópia, e incluir os critérios e alternativas deste. As comparações entre critérios e alternativas não são clonadas, pois o novo projeto de tomada de decisão, criado a partir de um modelo, não deve ser influenciado por análises do projeto original. O projeto original deve auxiliar o tomador de decisão em dois principais aspectos: o comentário final sobre a conclusão do processo de tomada de decisão, e as alternativas e critérios analisados.

A principal dificuldade encontrada no desenvolvimento foi a aplicação do método AHP, apresentado no item 2.2, em um algoritmo que poupasse os cálculos realizados pelo decisor. Além de trabalhar com matrizes quadradas dinâmicas, o método exige uma série de cálculos, o que era um fator decisivo para a continuidade do projeto. Várias tentativas e alternativas foram buscadas para solucioná-lo. Esta etapa do desenvolvimento foi a mais longa, e levou em torno de vinte e cinco dias de pesquisas e testes.

Outro aspecto ligado ao método AHP é a utilização das matrizes quadradas dinâmicas, como citado no parágrafo anterior. Após pesquisas, chegou-se a conclusão de que JPA não tem uma propriedade específica que trabalhe com a persistência de matrizes. Nesse caso, foi necessário executar todo o algoritmo de

cálculo do método AHP em tempo de execução, restando somente os resultados para persistência no banco de dados. Como todo o processo de cálculo é realizado em tempo de execução, quando for necessário alterar algum atributo entre as alternativas e critérios, as comparações deverão ser refeitas, como solução do risco.

Outro problema está relacionado à clonagem de um modelo de projeto. Quando optado por selecionar as características e alternativas de todos os projetos relacionados ao projeto proposto, uma infinidade de informações era retornada. Como solução, foi criada uma pesquisa onde o usuário pudesse pesquisar uma palavra-chave, e todos os projetos armazenados no banco de dados fossem retornados. A partir dessa pesquisa, o usuário selecionava um dos projetos para clonar. Portanto, é possível clonar projetos, mas não as comparações e resultados.

A interface da aplicação foi sendo refinada junto ao desenvolvimento do desenvolvimento do sistema. Esta foi organizada e desenvolvida por meio de formulários de cadastro, alteração, exclusão e visualização, de modo a se manter apresentável e intuitiva para o usuário. Também anotações foram adicionadas aos campos de preenchimento dos formulários, visando guiar o usuário no correto preenchimento destes.

O módulo de comentários foi incluído no projeto com o objetivo de registrar o andamento e os resultados das avaliações de aceitação da tomada de decisão. Isso possibilita com que, ao analisar um modelo para clonagem, o decisor possa saber qual foi o resultado do projeto original.

Por fim, a parte de relatórios foi implementada, sendo apresentada na própria interface, utilizando componentes do *PrimeFaces*.

3.4 CRONOGRAMA

O cronograma apresentado no Quadro 2 traz as informações das atividades planejadas.

Cronograma Planejado								
	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15
Iniciação	■	■	■					
Elaboração		■	■	■	■	■		
Construção					■	■		
Validação						■	■	
Testes							■	■
Redação da Monografia								■

Quadro 2 - Cronograma Planejado
Fonte: Autoria Própria

O andamento do projeto está definido no cronograma apresentado pelo Quadro 3, que compreendeu o período de março a outubro de 2015.

Cronograma de Execução								
	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15
Iniciação	■	■	■					
Elaboração		■	■	■	■	■		
Capacitação					■	■		
Construção						■	■	■
Lev. Requisitos						■	■	■
Análise Requisitos						■	■	■
Implementação						■	■	■
Testes						■	■	■
Redação da Monografia								■

Quadro 3 - Cronograma de Execução
Fonte: Autoria Própria

O cronograma de execução representa a linha do tempo das atividades detalhadas no item 3.1 (pág. 26), sobre o modelo de processo adotado. Na fase de Construção ocorreram as atividades de Levantamento de Requisitos, houve o levantamento das tarefas que seriam executadas para o desenvolvimento do projeto; Nas atividades de Análise e Projeto foram construídos os artefatos e a documentação; Na Implementação e Testes o código fonte do projeto foi escrito, e testado utilizando teste de mesa. Por fim, termina com a Redação da Monografia.

4 ARTEFATOS

Neste capítulo serão apresentados os artefatos gerados durante a execução do projeto:

- O Diagrama de Caso de Uso demonstra o uso do sistema pelo usuário, suas ações, especificando suas funcionalidades e as suas áreas.
- O Diagrama de Classe demonstra, de maneira gráfica, os atributos e métodos do projeto, e como as classes se relacionam.
- O Diagrama de Sequência demonstra a ordem em que os objetos relacionam entre si de maneira temporal.
- O Modelo Entidade-Relacionamento representa o banco de dados, que objetiva demonstrar a representação das informações tal como a estrutura física dos dados.

Os Diagramas de Caso de Uso e de Classes estão dispostos neste capítulo. Os demais artefatos desenvolvidos são apresentados no APÊNDICE A deste trabalho.

4.1 REQUISITOS FUNCIONAIS

Os requisitos definem as funcionalidades que o sistema possa realizar. Estas foram divididas em diversos requisitos para manter uma visão geral e integrada do sistema, além de demonstrar, em si, as principais funcionalidades do projeto.

No Quadro 4 estão descritos os requisitos funcionais, e, logo em seguida, melhor explicados.

	Requisitos Funcionais	Risco Desenvolvimento	Prioridade
R01	Manter o registro de usuários	<i>Baixo</i>	<i>Alta</i>
R02	Manter o registro de grupos	<i>Baixo</i>	<i>Alta</i>
R03	Manter o registro de projetos	<i>Baixo</i>	<i>Alta</i>
R04	Manter o registro de equipes nos projetos	<i>Baixo</i>	<i>Alta</i>
R05	Manter o registro de critérios	<i>Baixo</i>	<i>Baixa</i>
R06	Manter o registro de alternativas	<i>Baixo</i>	<i>Baixa</i>
R07	Manter registro de características das alternativas	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>
R08	Permitir comparação dos critérios	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>
R09	Permitir comparação das alternativas frente aos critérios	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>
R10	Permitir o cálculo de priorização	<i>Alta</i>	<i>Alta</i>
R11	Visualizar relatório de priorização	<i>Média</i>	<i>Média</i>

Quadro 4 - Requisitos Funcionais do Sistema
Fonte: Autoria Própria

Cada funcionalidade é relacionada a um caso de uso na análise e projeto do sistema. De acordo com Booch et al. (1999), o Diagrama de Caso de Uso revela uma visão geral das funcionalidades do projeto.

A Figura 11 demonstra de maneira ampla o relacionamento entre atores e casos de uso.

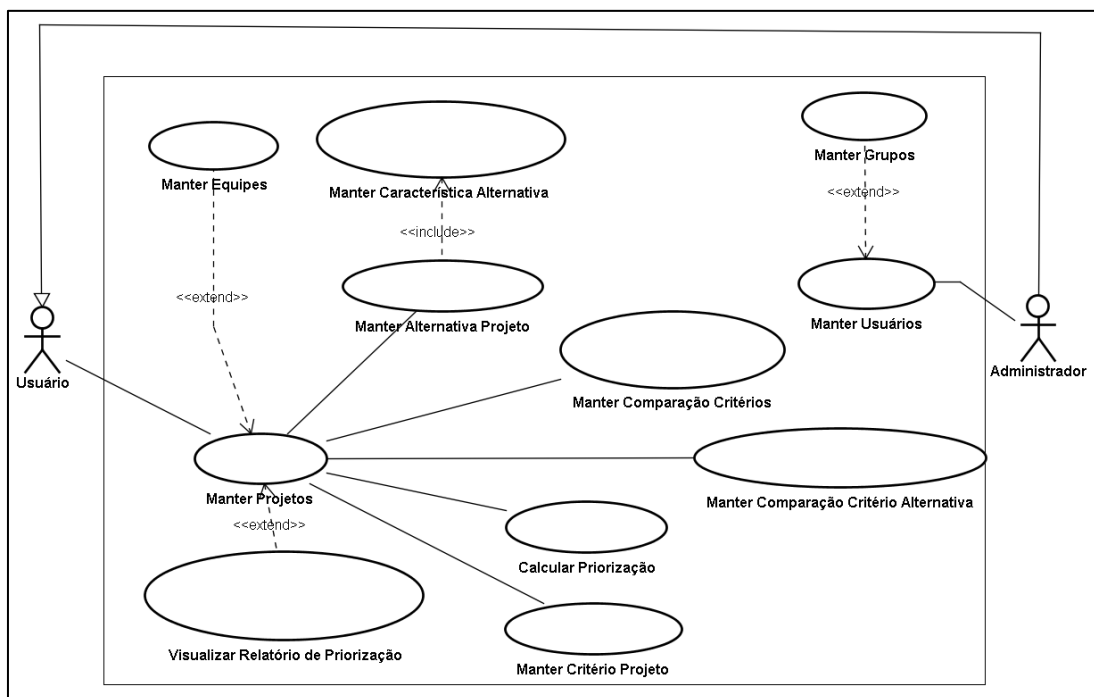


Figura 11 - Diagrama de Caso de Uso Geral do Sistema
Fonte: Autoria Própria

Para detalhar melhor o Diagrama de Caso de Uso, apresentado pela Figura 11, é feita a descrição detalhada dos casos de uso em nível de visão do projeto.

4.2 R1 - MANTER REGISTRO DE USUÁRIOS

O sistema armazenará informações que permitirão cadastro, alteração, consulta e exclusão de informações referentes ao cadastro de usuário. Os usuários terão a capacidade gerenciar os projetos de tomada de decisão do sistema.

4.3 R2 - MANTER REGISTRO DE GRUPOS

O sistema armazenará informações que permitirão cadastro, alteração,

consulta e exclusão de informações referentes ao cadastro de usuários em grupos. Os grupos permitem que usuários tenham acesso a determinadas janelas do projeto, como a de criação de novos usuários.

4.4 R3 - MANTER O REGISTRO DE PROJETOS

Um dos conceitos do método AHP é o estabelecimento um objetivo final para a solução de um problema na tomada de decisão, como a escolha de um carro que se enquadre às necessidades do decisor. Nesta funcionalidade, o usuário poderá cadastrar mais de um projeto. A ação de cadastro, alteração, consulta e exclusão está concedida. Este poderá registrar informações como o nome do projeto, tipo de projeto, descrição, data de início, data do fim, e os comentários, onde poderá informar os aspectos que foram relevantes para a tomada de decisão.

4.5 R4 - MANTER EQUIPES DE PROJETO

Em processos de tomadas de decisão em grupo, os usuários terão a ação de cadastro, alteração, consulta e exclusão de equipes. Desta maneira, permitirá haver o acompanhamento e o registro dos envolvidos.

4.6 R5 - MANTER REGISTO DE CRITÉRIOS

Os critérios, como preço e consumo, são itens que serão analisados e priorizados frente às alternativas pelo decisor. A ação de cadastro, alteração, consulta e exclusão está concedida para o usuário validado no sistema apenas para os projetos relacionados ao seu cadastro.

4.7 R6 - MANTER REGISTRO DE ALTERNATIVAS

Alternativas, como carro 1 e carro 2, são itens que serão analisados e priorizados frente aos critérios pelo decisor. A ação de cadastro, alteração, consulta e exclusão está concedida para os usuários do sistema.

4.8 R7 - MANTER REGISTRO DE CARACTERISTICA DAS ALTERNATIVAS

As alternativas que são cadastradas e avaliadas em cada projeto têm características, como o preço ou consumo de um carro, por exemplo. A ação de cadastro, alteração, consulta e exclusão está concedida para os usuários do sistema.

4.9 R8 - PERMITIR A COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS

Por meio de um formulário gerado automaticamente pelo sistema após a inclusão de todas as alternativas e critérios envolvidos no processo de tomada de decisão, o usuário poderá respondê-lo comparando par a par os critérios envolvidos no processo de tomada de decisão.

4.10 R9 - PERMITIR COMPARAÇÃO ENTRE CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS

Por meio de um formulário gerado automaticamente pelo sistema após a inclusão de todas as alternativas e critérios envolvidos no processo de tomada de decisão, o usuário poderá respondê-lo comparando par a par as alternativas envolvidas no processo de tomada de decisão frente à cada critério também envolvido neste.

4.11 R10 - PERMITIR O CÁLCULO DA PRIORIZAÇÃO

O sistema permitirá com que o usuário calcule a priorização de critérios *versus* alternativas, trazendo o resultado final para a conclusão do projeto. Essa comparação irá gerar a média relativa de critérios, ou seja, o grau de prioridade que um critério tem sobre outro. Em seguida, irá gerar a média relativa de critérios *versus* alternativas. Todo o processo realizado nesta etapa está citado no item 2.2.

4.12 R11 - VISUALIZAR RELATÓRIO DE PRIORIZAÇÃO

Após responder os questionários, o sistema permitirá com que o usuário calcule a priorização entre critérios e alternativas, trazendo o resultado final para a conclusão do projeto. A funcionalidade de visualizar relatório de priorização permitirá com que o usuário possa consultar todas as informações relacionadas aos resultados, assim como a hierarquia de alternativas.

4.13 DIAGRAMA DE CLASSES

O Diagrama de Classes permite a visão das classes que compõe o projeto, trazendo seus atributos, além de mostrar o relacionamento entre as elas.

No sistema proposto, a classe Projeto se relaciona com Critério e Alternativa pelos métodos de manutenção destes. O Projeto também se relaciona com as classes ComparacaoAlternativaCriterio e ComparacaoCriterio que são reflexo das comparações entre critérios e alternativas de um projeto. MediaRelativaCriterio e MediaRelativaCriterioAlternativa são classes geradas pelo projeto a partir do resultado da comparação entre critérios e alternativas. Por fim, a classe Priorização se relaciona com projeto pela chamada do método de cálculo do resultado final. A classe Usuário e Grupo se relacionam pelo cadastro de usuários e grupos de acesso que existem no sistema.

A Figura 12 representa o diagrama de classes do sistema:

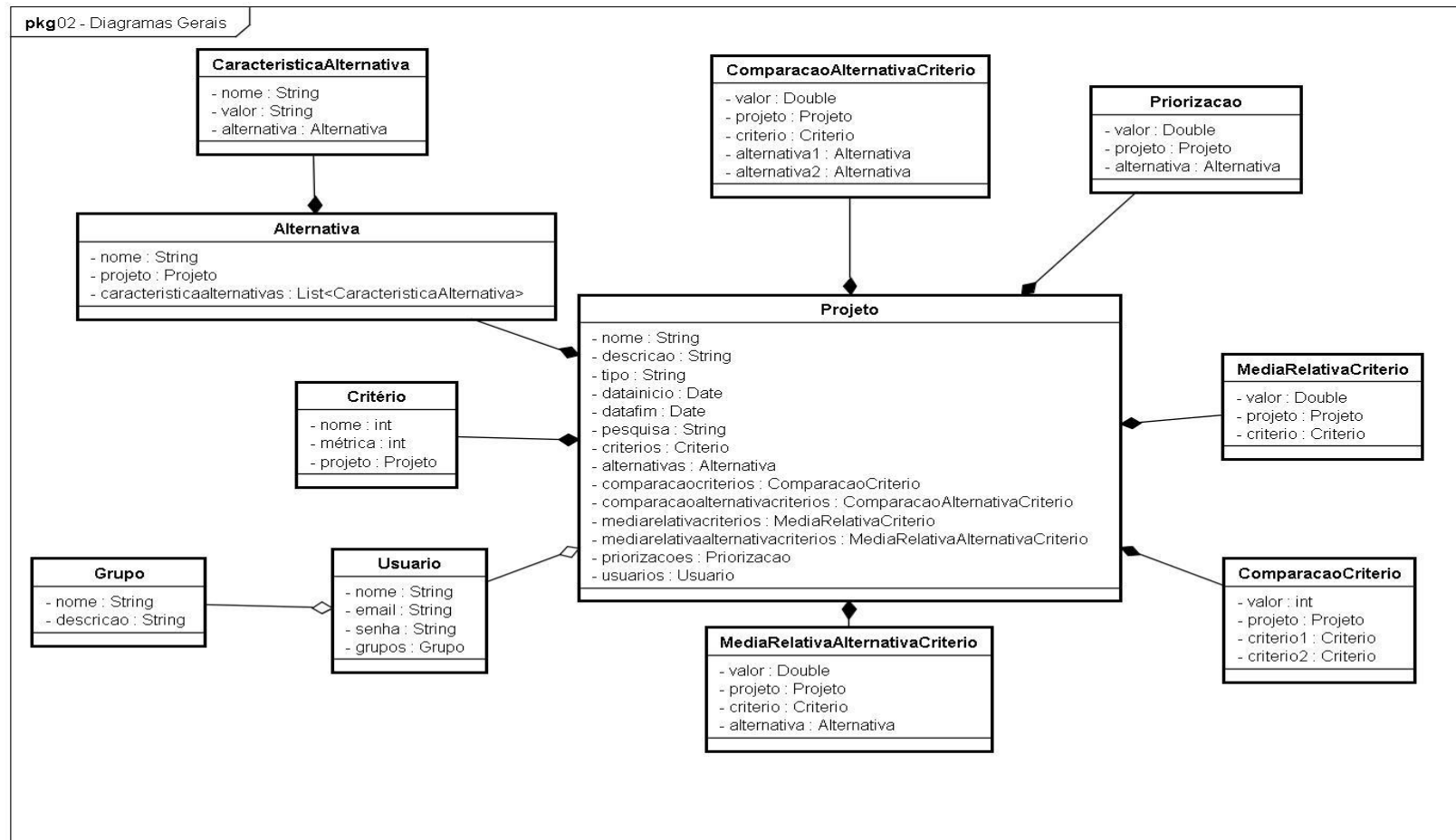


Figura 12 - Diagrama de Classes do Sistema AHP
 Fonte: Autoria Própria

4.14 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

Requisitos não funcionais referem-se às restrições de gerais de aspectos do sistema, não levando em contas somente funções. Segue abaixo a relação de requisitos não funcionais do Sistema AHP:

- O sistema não permite o uso de outros métodos de tomada de decisão, a não ser o método AHP. Outros métodos envolvem diferentes cálculos e abordagens;
- O sistema não se baseia em decisões históricas para influenciar decisões futuras, apesar de permitir com que o usuário tenha modelos de decisões como referência;
- O sistema registra somente as características que serão avaliadas, pois torna o sistema mais enxuto e objetivo.
- O sistema não utiliza as características cadastradas nas alternativas para o cálculo do método AHP. Essa análise permanece para o decisor.

Estas funcionalidades não foram implementadas, pois o objetivo deste trabalho era o desenvolvimento de um sistema que contemplasse o método AHP em sua essência. Nesse sentido, as funcionalidades descritas neste item trazem a oportunidade de se desenvolver trabalhos futuros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais e conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento do projeto.

5.1 RESULTADOS

Os resultados caracterizaram-se pelo sucesso de implementação do algoritmo de cálculo do método AHP no projeto. A validação do processo de tomada de decisão foi confirmada por meio da simulação de situações reais de análise de problemas que envolviam avaliação de critérios e alternativas. O sistema se comportou de forma efetiva, calculando a priorização e hierarquizando os resultados. A objetividade da aplicação do método e a subjetividade e as opiniões pessoais foram equilibrados pelo fato do tomador de decisão precisar de fatos e dados para avaliar os critérios e alternativas envolvidos no problema.

Além disso, os comentários do usuário sobre o andamento e a pós-avaliação do projeto, possibilita com que o decisor mantenha um dicionário dos projetos anteriores. Caso uma alternativa seja escolhida no fim de um projeto, mas, um período após, ela se demonstre não sendo a melhor escolham, pela não avaliação de um critério desconsiderado da análise, o decisor poderá se utilizar dessa informação como base de conhecimento para um próximo projeto. Deve-se destacar que essa informação deverá ser registrada nos comentários, visando manter o acompanhamento do projeto.

No entanto, a intervenção humana pode refletir de diversas maneiras sobre a utilização da ferramenta. Um delas é que usuário tem a liberdade de transmitir toda a subjetividade da decisão para o projeto, caso não busque fatos e dados para a solução do problema. Dessa forma, este estará sujeito aos aspectos da subjetividade e das armadilhas da tomada de decisão.

Junto às análises dos resultados, pôde-se verificar as dificuldades encontradas no processo.

5.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A primeira dificuldade surgiu com o início do projeto. Quando definida a linguagem de programação e a arquitetura do sistema, foi necessário adiar a construção da ferramenta em 30 dias, devido às capacitações necessárias frente às tecnologias utilizadas.

A segunda dificuldade surgiu na implementação dos algoritmos necessários para calcular o método AHP. Primeiro foi necessário entender o comportamento do cálculo do início ao fim. Em seguida, as informações mais importantes deveriam ser armazenadas no banco de dados. Devido ao fato do JPA não suportar o armazenamento de matrizes, foi necessário realizar todo o cálculo em tempo de execução, restando apenas armazenar os resultados no banco de dados. Os estudos e pesquisas que envolveram esse processo atrasaram o projeto em vinte dias.

A última dificuldade foi na persistência dos dados. Trabalhando com a coleta de diversas informações no banco de dados, para o cálculo do algoritmo do método AHP em tempo de execução, percebeu-se que os resultados não eram os esperados, quando simulados em teste de mesa. Como solução desse problema, consultas ao banco de dados foram criadas, utilizando ordenações e filtros. Dessa forma, novos testes confirmaram a solução.

Junto às dificuldades encontradas, pode-se verificar a possibilidade de trabalhos futuros relacionados aos aspectos de utilização do sistema e aproveitamento da base histórica.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

Tomadas de decisões remetem a uma série de áreas a serem exploradas. Um dos motivos de armazenar tantas informações no banco de dados é a possibilidade futura de utilização destes em novos recursos para o sistema.

- Desenvolvimento de um módulo que aproveite melhor a base histórica, como análises cumulativas que aumentem a eficiência de novas decisões.

- Desenvolvimento de um dicionário de decisões realizadas por especialistas
- Adequação do sistema para dispositivos móveis
- Desenvolvimento de um módulo efetivo de equipe, onde vários usuários poderão avaliar o projeto, e, por fim, a média de todas as avaliações seja unificada.
- Utilização das características das alternativas no cálculo da priorização, diminuindo ainda mais o trabalho do usuário.

5.4 CONCLUSÃO

Ao final deste trabalho pode-se verificar como o processo de tomada de decisão pode ser mais bem aproveitado aliado aos recursos de tecnologia da informação. Dessa forma, percebe-se um equilíbrio entre a subjetividade da decisão e a objetividade da ferramenta de auxílio à decisão.

Após a validação do método AHP com situações reais de decisão, foi clara a condição de utilização da ferramenta em tomadas de decisão. Isso se dá pela necessidade de haver um consenso entre as partes envolvidas e uma busca de fatos e dados para o correto prosseguimento do processo decisório.

Outro aspecto é a constante utilização da visão empírica como fator predominante da escolha. A experiência deve ser levada em conta no processo, mas é necessário o equilíbrio desta frente às armadilhas discutidas neste trabalho.

Assim como o Sistema AHP, diversos modelos de tomadas de decisão têm sido adotados pelas organizações devido à importância que se tem dado a processos decisórios cada vez mais complexos.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. M. de; GRANEMANN, S. R.; GARTNER, I.; BERNARDES, R. S. **Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 2, 2000.

AMARAL, L. G.. **CSS Cascading stylesheets: guia de consulta rápida**. São Paulo: Novatec, 2006.

ANGELONI, Maria Terezinha. **Elementos intervenientes na tomada de decisão**. Ciência da Informação, v. 32, n. 1, 2003.

ASTAH. **Astah.Reference Manual**, 2013. Disponível em <http://astah.net/tutorials/astah%20professional%20reference%20manual.pdf>. Acesso em: 15 out. 2015

BANA E COSTA CA, VANSNICK J-C. **Une critique de base de l'approche de Saaty: mise en question de la methode de la valeur propre maximale**. Cahier du LAMSADE, Université Paris-Dauphine, Paris. 2001.

BARROS, M. S.; MARINS, C. S.; SOUZA, D. O. **O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais - Um estudo de caso**. In: XXIX ENEGEP – Salvador, BA, Brasil, 2009.

BASTOS, D. **Processamento e Otimização de Consultas em PostgreSQL**. Santa Maria, RS, 2009.

BOOCK, Heiko. Java Persistence API. **The Definitive Guide To Netbeans™ Platform** 7. New York: Apress, 2011.

BOOCH, G., RUMBUGH, J., JACOBSON, I.. **The unified software development process**. Boston, MA, USA: Addison Wesley Longman, 1999.

BOOCH, Grady; RUMBUGH, James; JACOBSON, Ivar. **The Unified Modeling Language User Guide**. AWL Inc. Massachusetts, 1998.

BORNIA, Antonio Cezar; WERNKE, Rodney. **A contabilidade gerencial e os métodos multicriteriais**. Revista Contabilidade & Finanças. FIPECAPÍ – FEA – USP. v.14, n. 25, 2001.

CATALDO, M.; HERBSLEB, J.D. **Communication Networks in Geographically Distributed Software Development**. ACM – Conference on Computer Supported Cooperative Work, 2008.

CLEMEN, R. T.; REILLY, T. **Making hard decisions with decision tools**. California. Daxbury, 2001.

COSTA, Helder Gomes; MOLL, Roberto Nunes. **Emprego do método de Análise Hierárquica (AHP) na seleção de variedades para o plantio de cana- de açúcar**. Laboratório de Engenharia de produção Universidade Estadual Norte Fluminense: Rio de Janeiro, 2000.

DODGSON, J.; SPACKMAN, M.; PEARMAN, A.; PHILLIPS, L. (2001). **DTLR multi-criteria analysis manual**. DTLR – Department for Transport, Local Government and the Regions, Reino Unido. Disponível em: <http://www.odpm.gov.uk/stellent/groups/odpm_about/documents/pdf/odpm_about_pdf_608524.pdf>. Acesso em: 29 jun 2015.

FIGUEIRA, J., MOUSSEAU, V. & ROY, B. ELECTRE Methods. In: FIGUEIRA, J., GRECO, S. & EHRGOTT, M. (eds.) **Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys**. Kluwer Academic Publishers. 2005.

FULOP, J.. **Introduction to decision making methods**. [S.l]: Hungarian Academy of Sciences, 2005.

GARTNER, I. R. **Avaliação ambiental de projetos em bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais: evidências e propostas**. Brasília – DF. Editora Universa, 2001.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M.; CARIGANO, C. **Tomada de decisão em cenários complexos**. São Paulo: Thomson, 2004.

IBM, International Business Machines. **IBM Rational Software**. Disponível em: <<http://www-01.ibm.com/software/br/rational/?lnk=mprSO-rati-brpt>>. Acesso em 10 de out. 2015.

JACOBSON, Ivar; BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James. **The Unified Software Development Process**. Boston, MA, USA: Addison Wesley Longman, 1999.

KATAYAMA, K.; KOSHIISHI, T.; NARIHISA, H.. **Reinforcement Learning Agents**

with Primary Knowledge Designed by Analytic Hierarchy Process. Okayama University of Science, Okayama. 2005. Disponível em: <<http://k2x.ice.ous.ac.jp/~katayama/paper/2005-SAC-ahp-agent.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2015.

KORTLAND, K. **An STS case study about students' decision making on the waste issue.** Science Education, v.80, n.6, p.673-689, 1996.

KOU, G.; SHI, Y.; WANG, S. **Multiple criteria decision making and decision support systems – Guest editor's introduction.** [S. l.]: Elsevier, 2010. LIE, Håkon Wi.; SAARELA, Janne. Multipurpose Web Publishing Using HTML, XML, And CSS. Communications of the ACM, v.42, n.10, 1999.

MARQUES, G.; GOURC, D.; LAURAS, M. **Multi-criteria performance analysis for decision making in project management.** International Journal of Project Management, n. 29, 2010.

PAULA FILHO, Wilson de Pádua. **Engenharia de Software.** Rio de Janeiro: LTC, 2003.

RATIONAL. **Rational Unified Process: Best Pratices for Software Development Teams.** Disponível em: <http://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/125bestpractices_TP026B.pdf>. Acessa em 10 de out. 2015.

ROBBINS, S. P. **Comportamento organizacional.** 8 ed. Tradução de Christina A. De Menezes. Rio de Janeiro: LTC S/A, 1999.

SAATY, **Método de análise hierárquica.** Makron Books. São Paulo, 1991.

SCHMIDT, Â. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão – Abordagens: AHP e MACBETH.** Dissertação (Mestrado). UFSC, Florianópolis. Disponível em: <www.eps.ufsc.br/disserta/engait95.html>. Acessado em: 06 abr. 2015.

SHIMIZU, T. ; JANSEN, L.K.C. **Decisão Multicriterial: incluindo fatores intangíveis na avaliação de investimentos.** In: XXIV ENEGEP, 2004, Florianópolis. Anais do XXIV ENEGEP. S. Paulo : ABEPRO, 2004.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software.** Pearson Addison Wesley. São Paulo, 2007.

THOMAZ, H. J. R. **Seleção de empregados em uma indústria de petróleo: uma análise pelo método AHP**. Faculdade Ibmec. Rio de Janeiro, 2006.

TREVIZANO, Waldir Andrade; FREITAS, André Luíz Policani. **Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de Processadores**. In: XXV Encontro Nac. de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 30 setembro, 2015.

ZELENY, M. **Multiple Criteria Decision Making**. [S. l.]: McGraw Hill Book Company, 1982.

APÊNDICE A – Artefatos Gerados

MAPA MENTAL – ESCOPO DO PROJETO

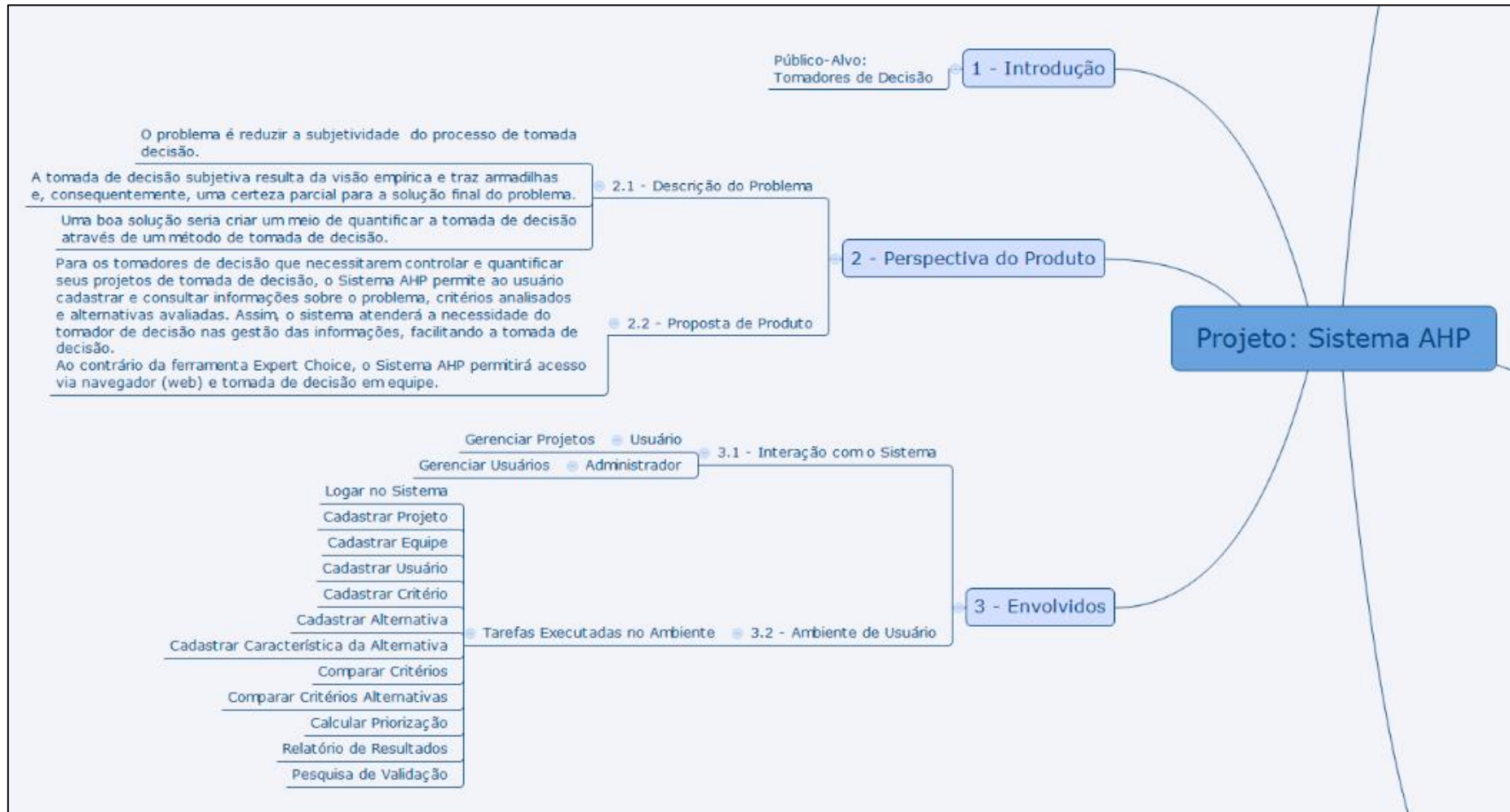


Figura 13 - Mapa mental do projeto - parte 1

Fonte: Autoria Própria

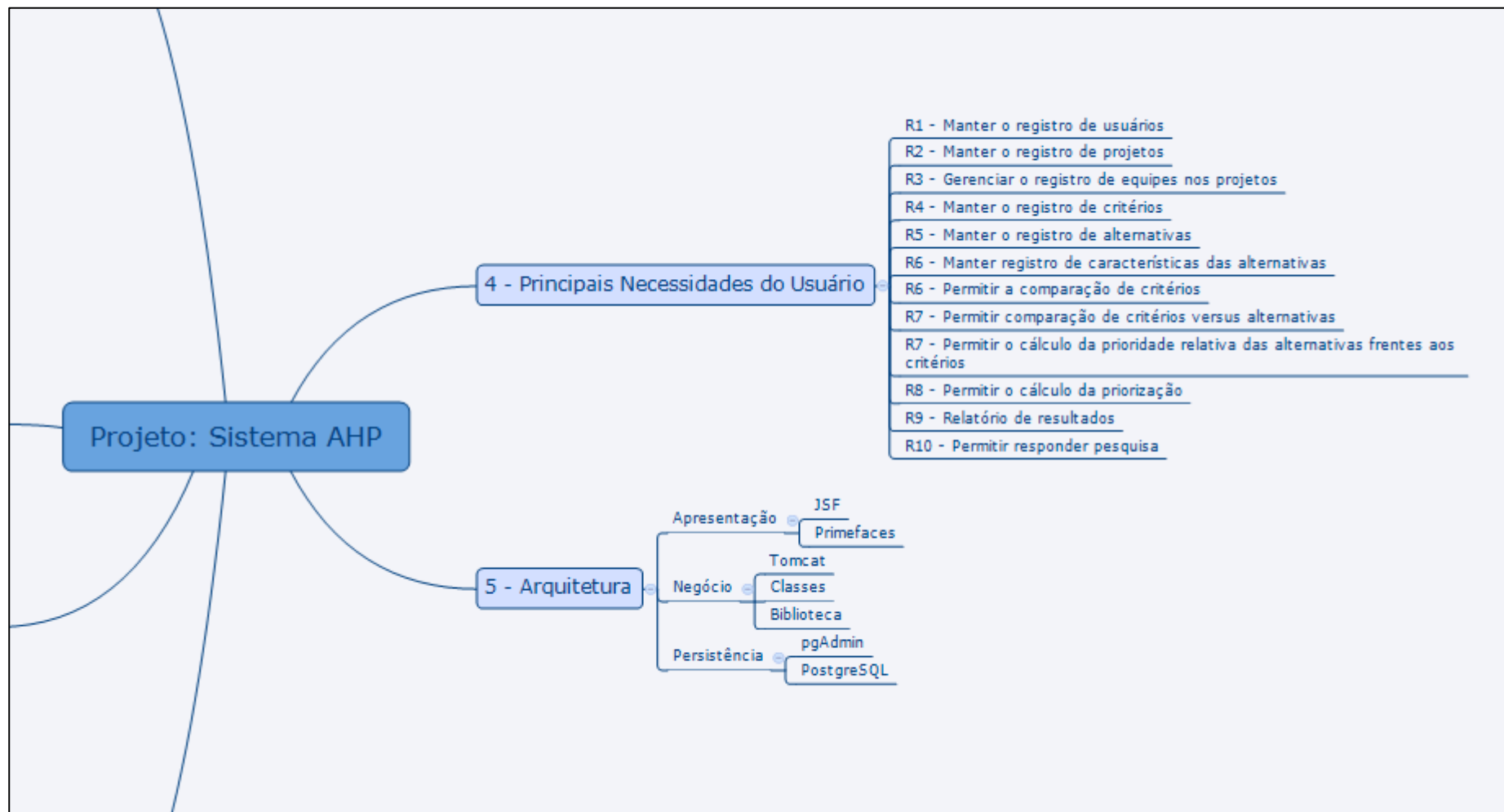


Figura 14 - Mapa mental do projeto - parte 2
 Fonte: Autoria Própria

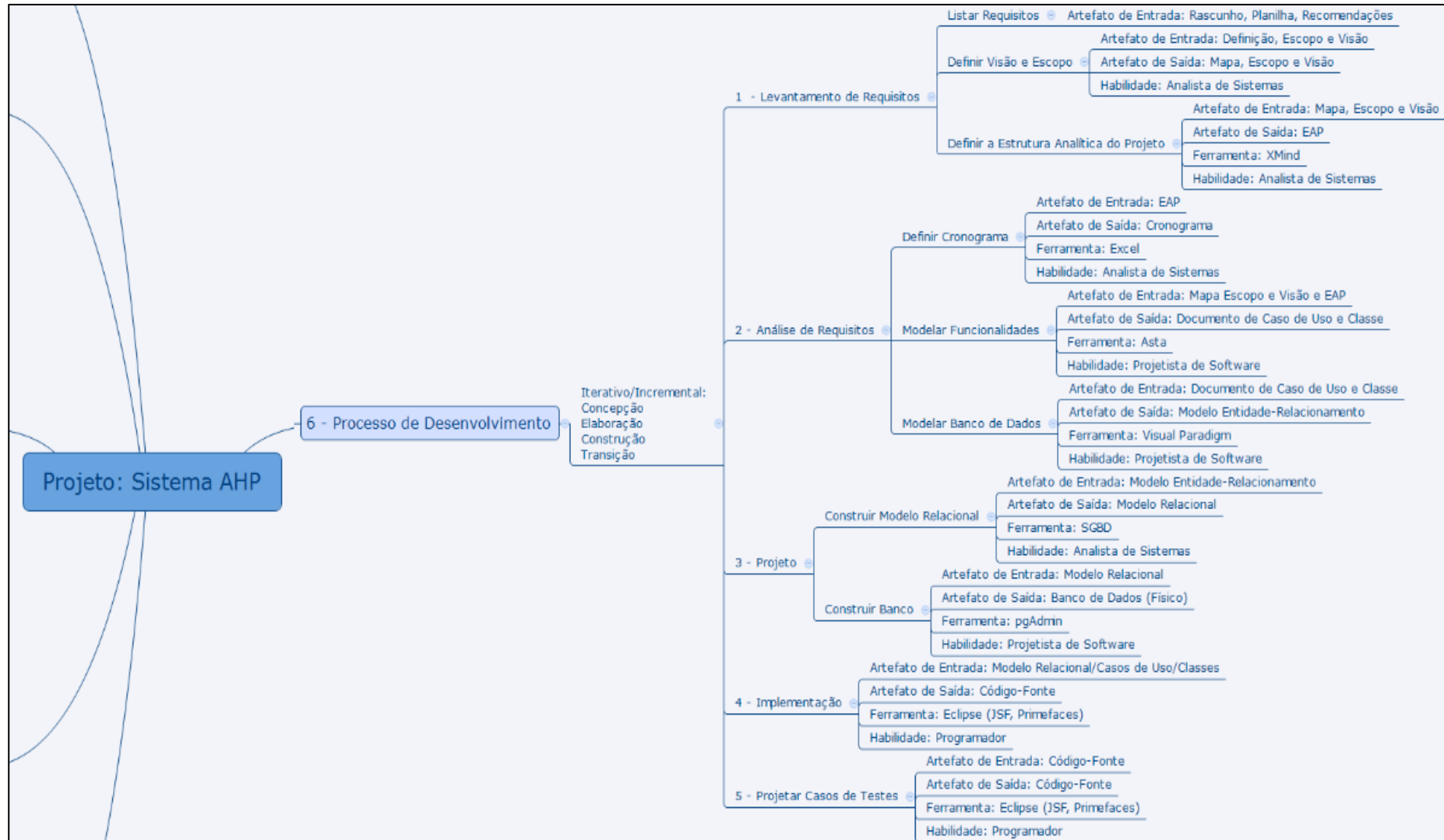


Figura 15 - Mapa mental do projeto - parte 3
 Fonte: Autoria Própria

ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO

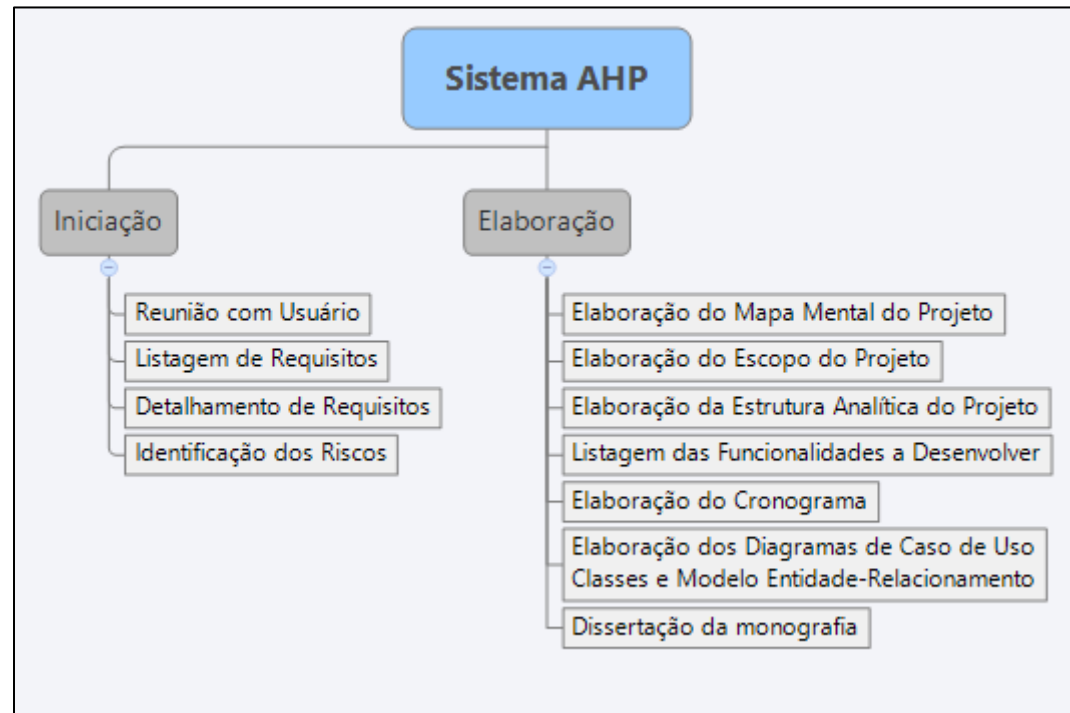


Figura 16 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 1
Fonte: Autoria Própria

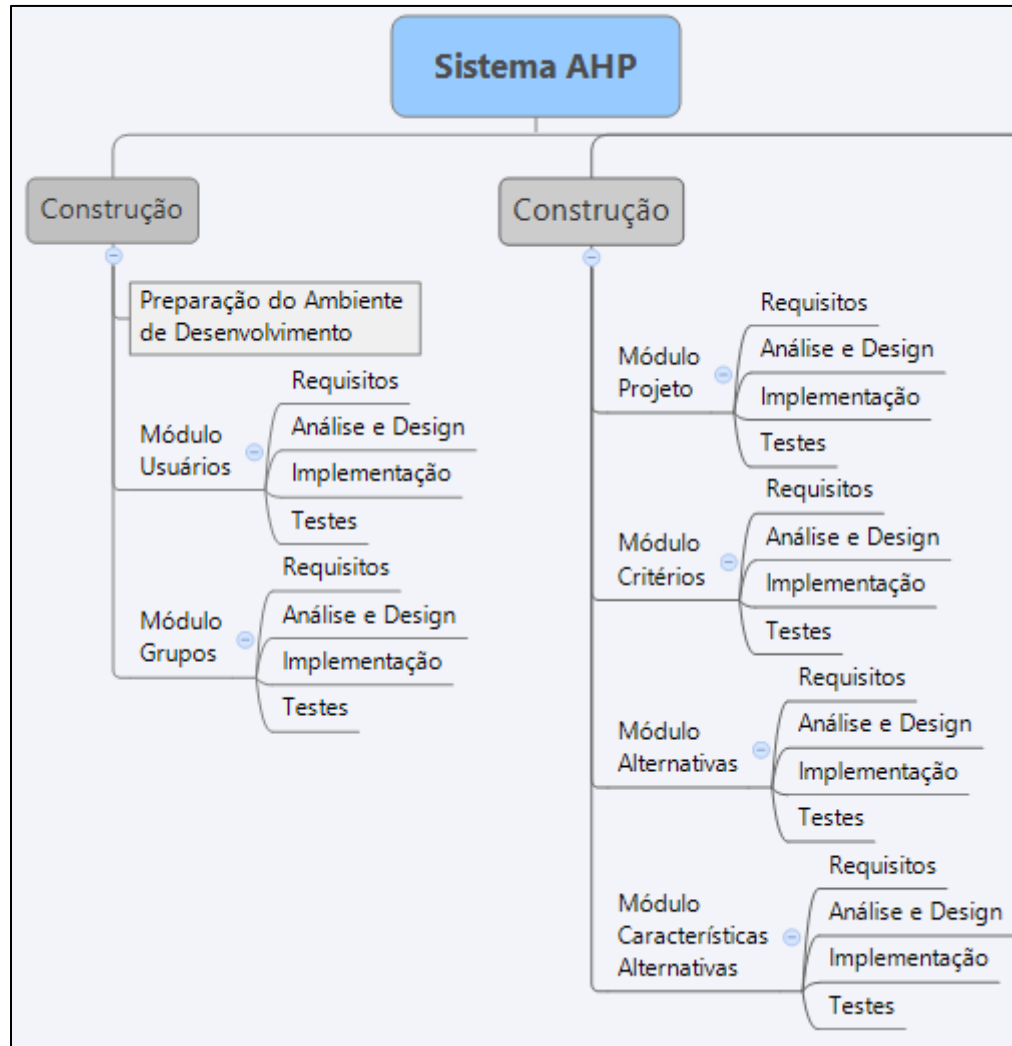


Figura 17 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 2
 Fonte: Autoria Própria

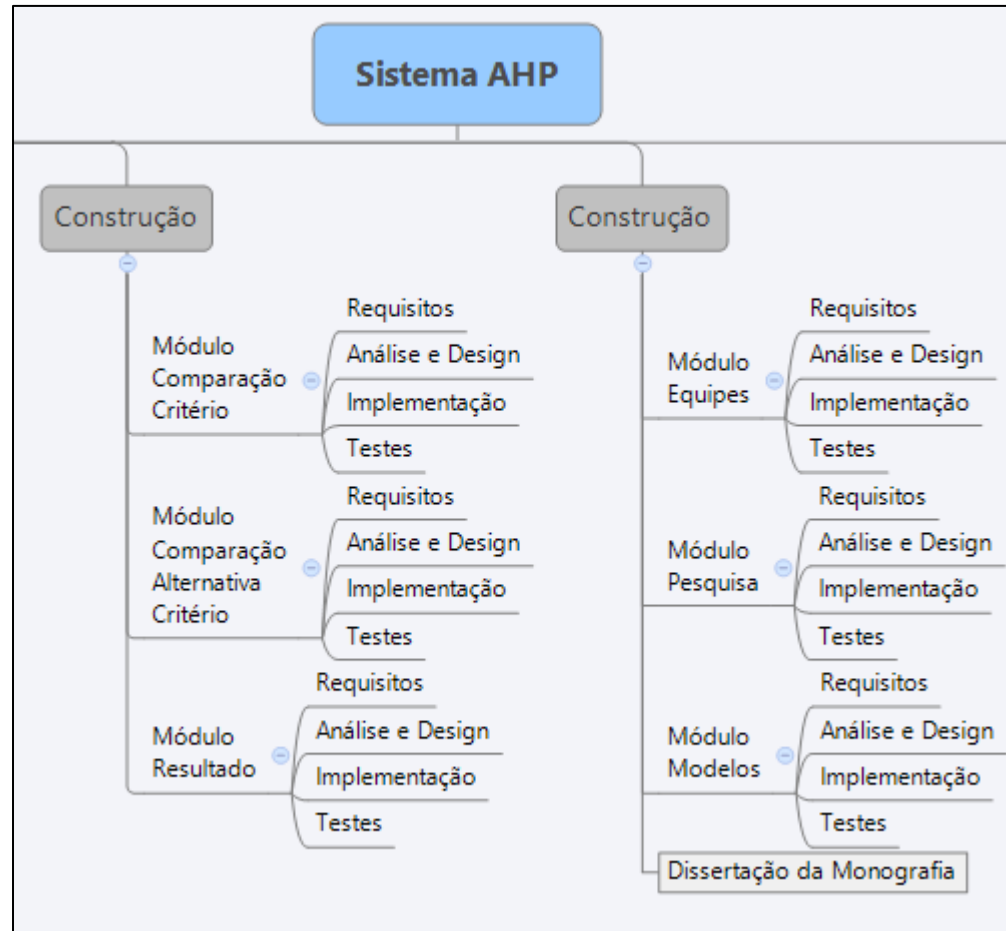


Figura 18 - Estrutura Analítica de Projeto - parte 3
 Fonte: Autoria Própria

DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

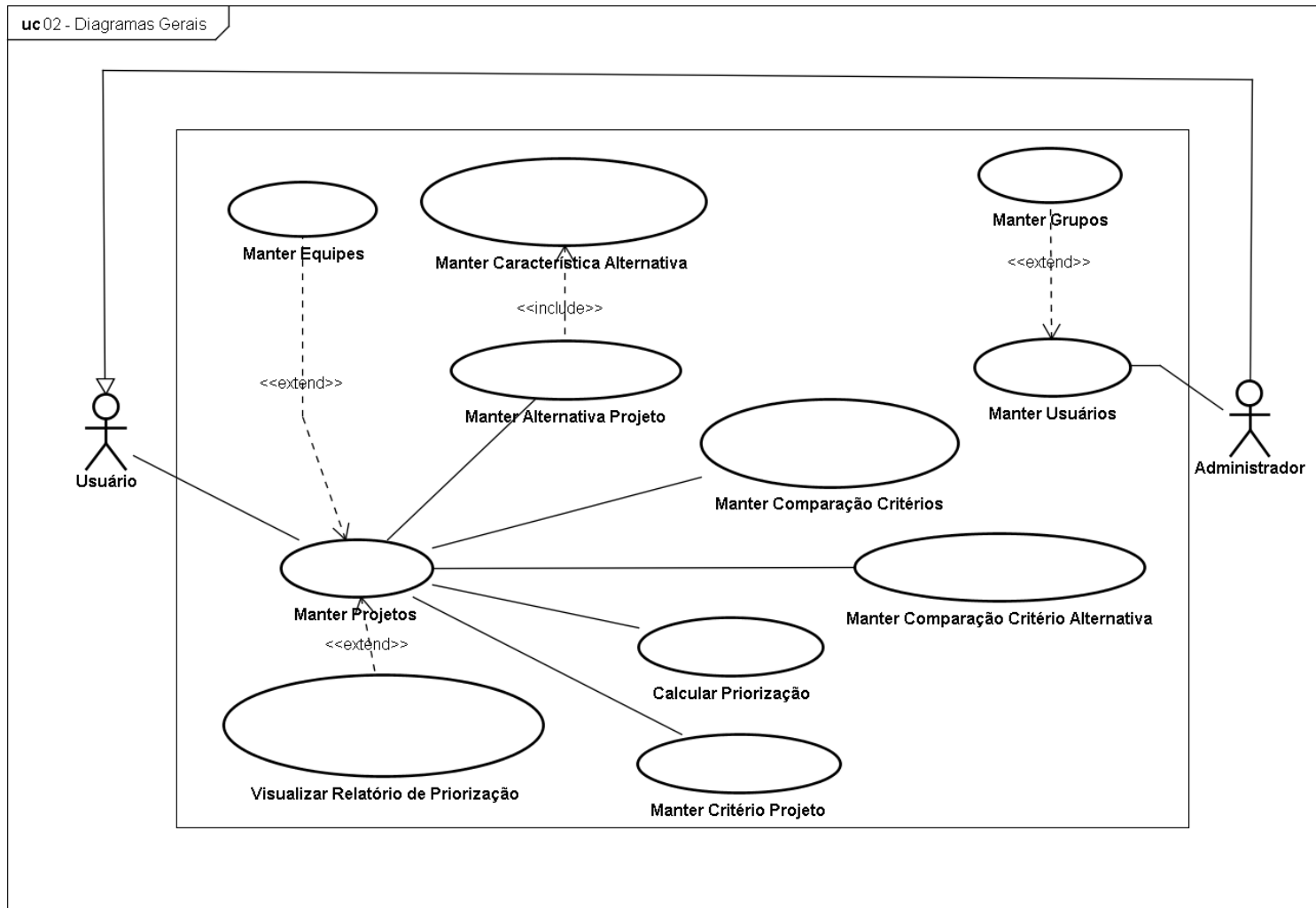


Figura 19 - Diagrama de Caso de Uso Geral
Fonte: Autoria Própria

DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA

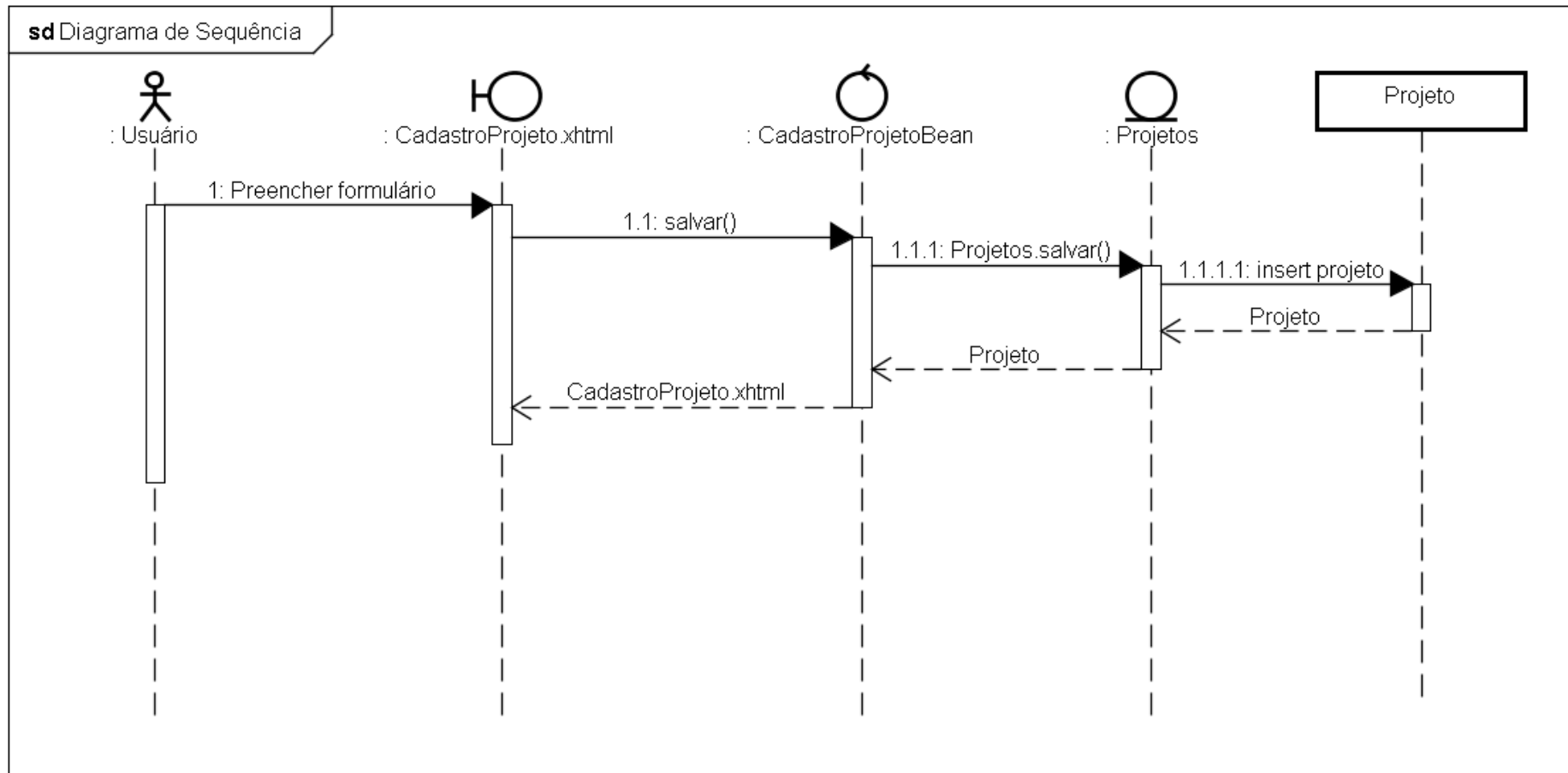


Figura 21 - Cadastrar Projeto
Fonte: Autoria Própria

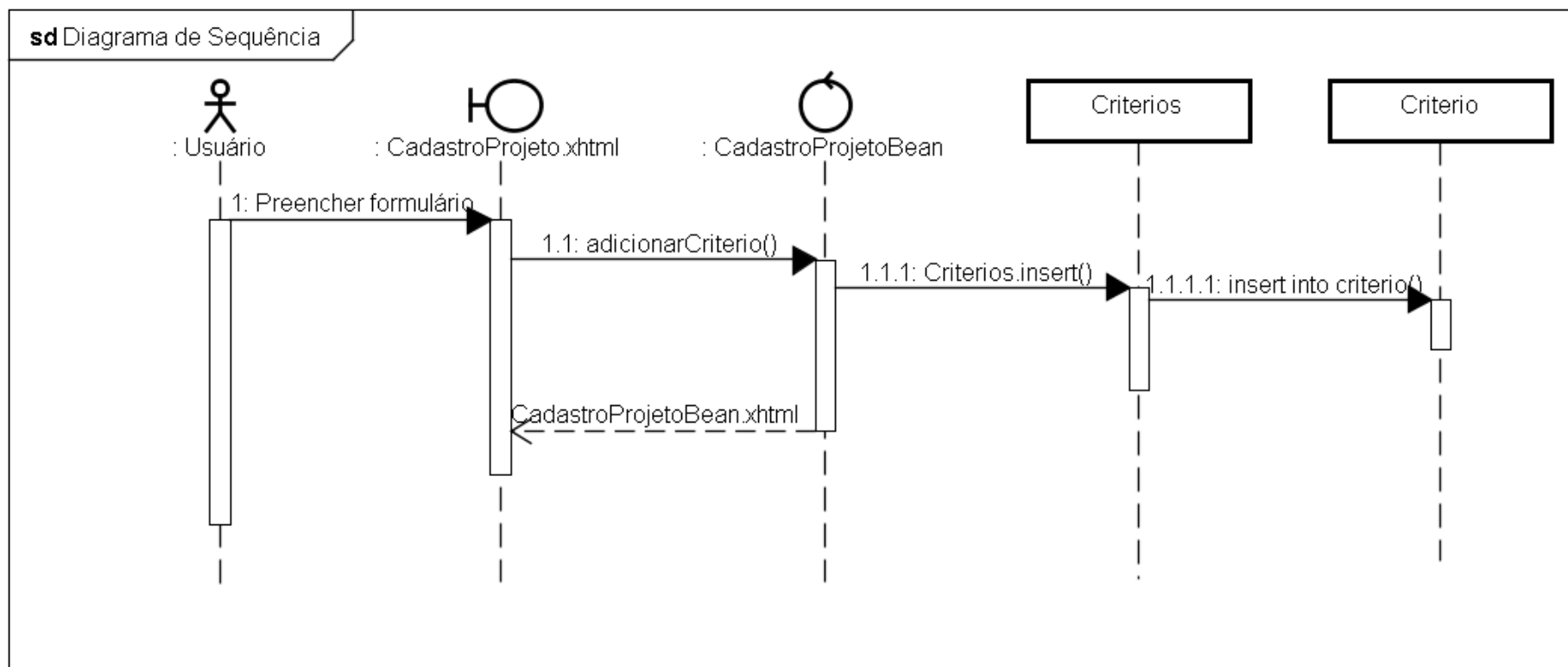


Figura 22 - Cadastrar Alternativa
Fonte: Autoria Própria

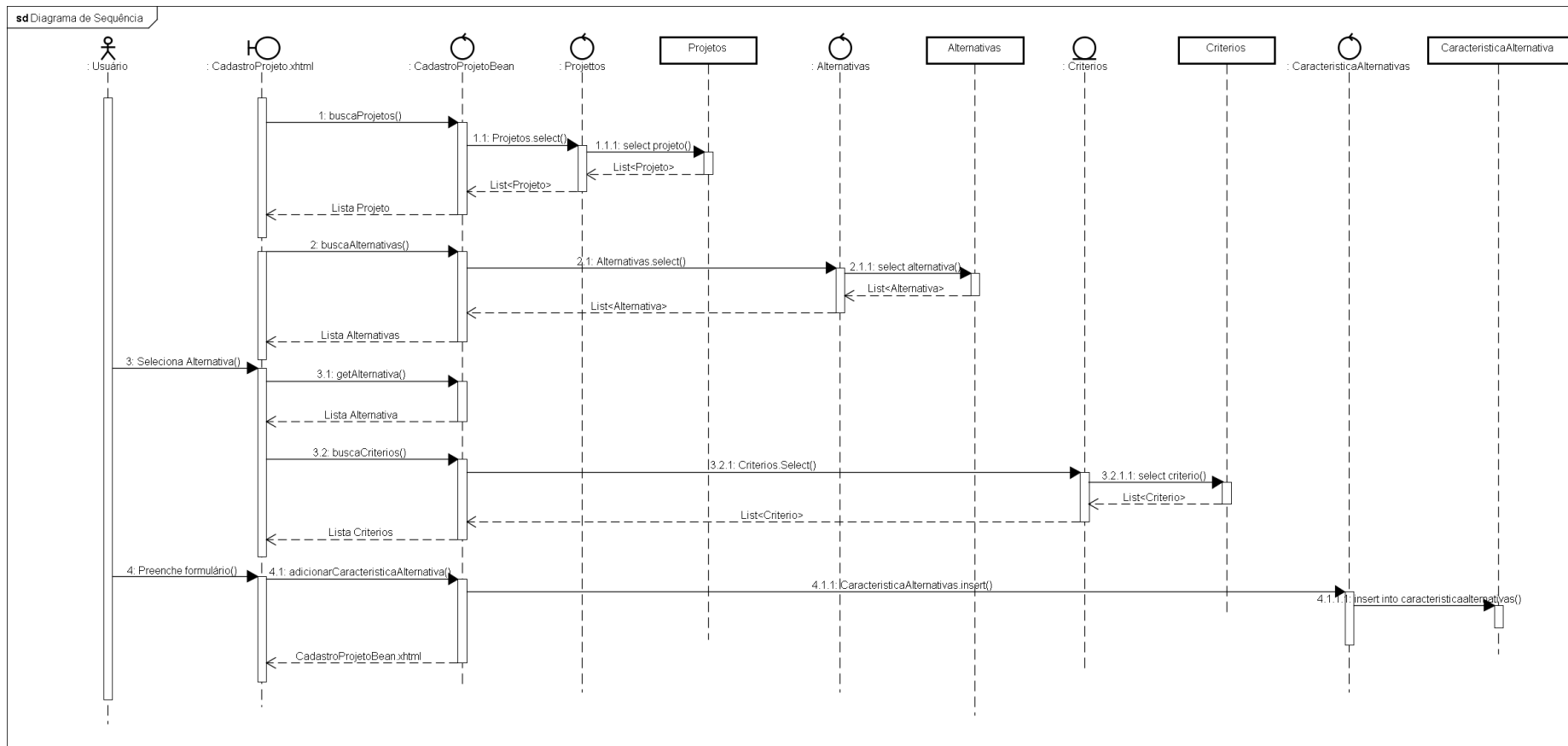


Figura 23 - Cadastrar Característica Alternativa
Fonte: Autoria Própria

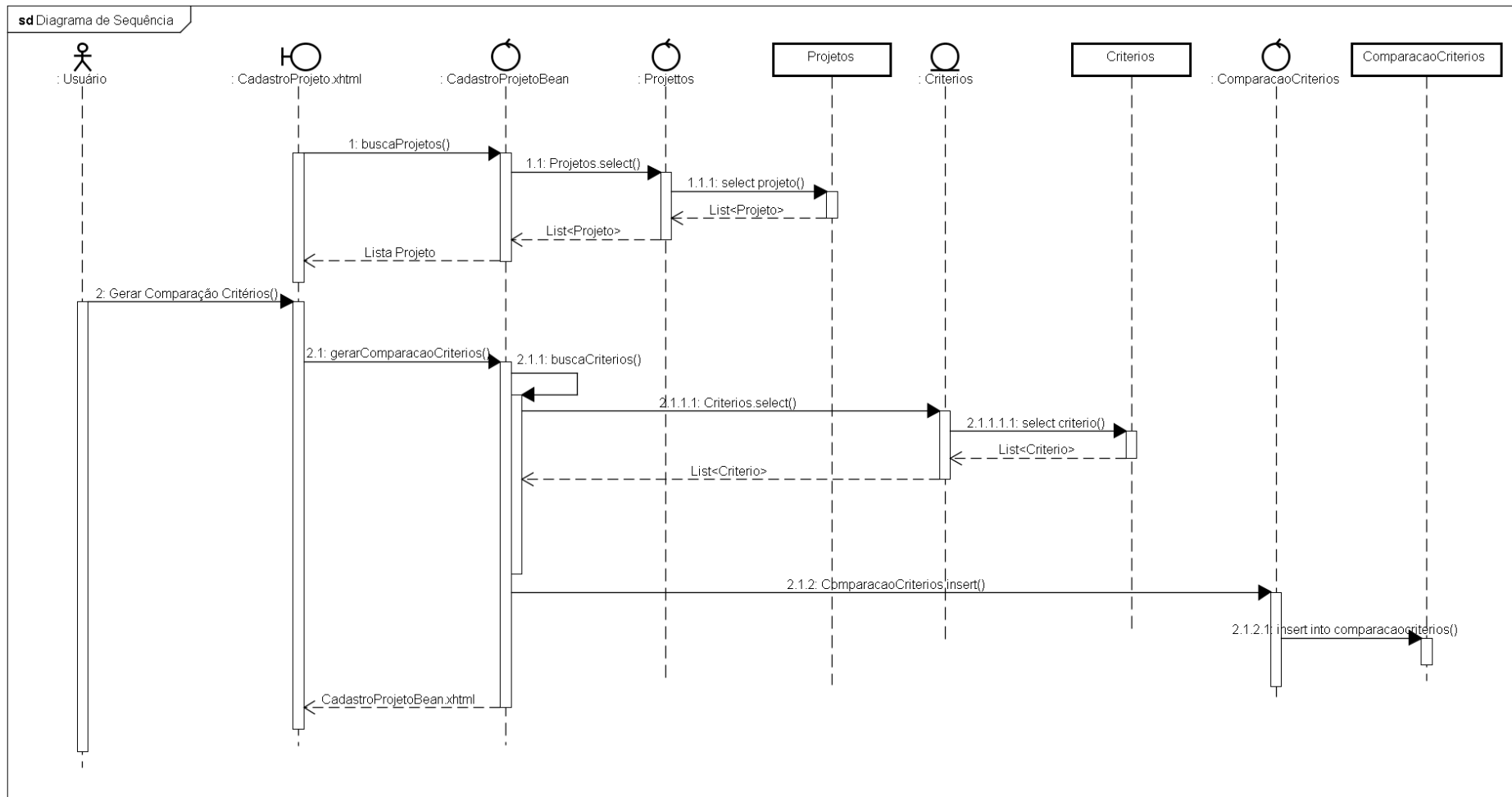


Figura 24 - Comparação Critérios
 Fonte: Autoria Própria

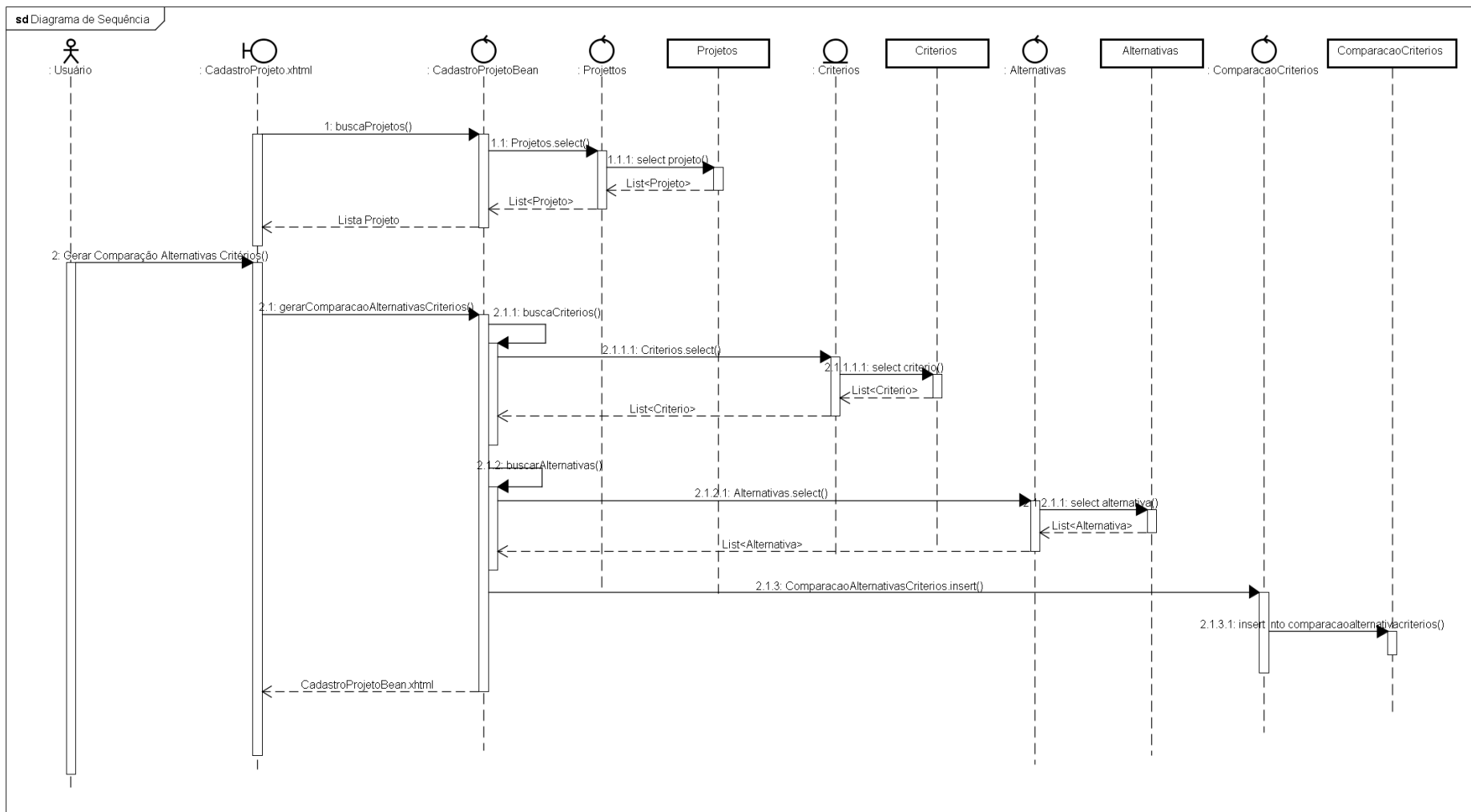


Figura 25 - Comparação Alternativas Critérios
Fonte: Autoria Própria

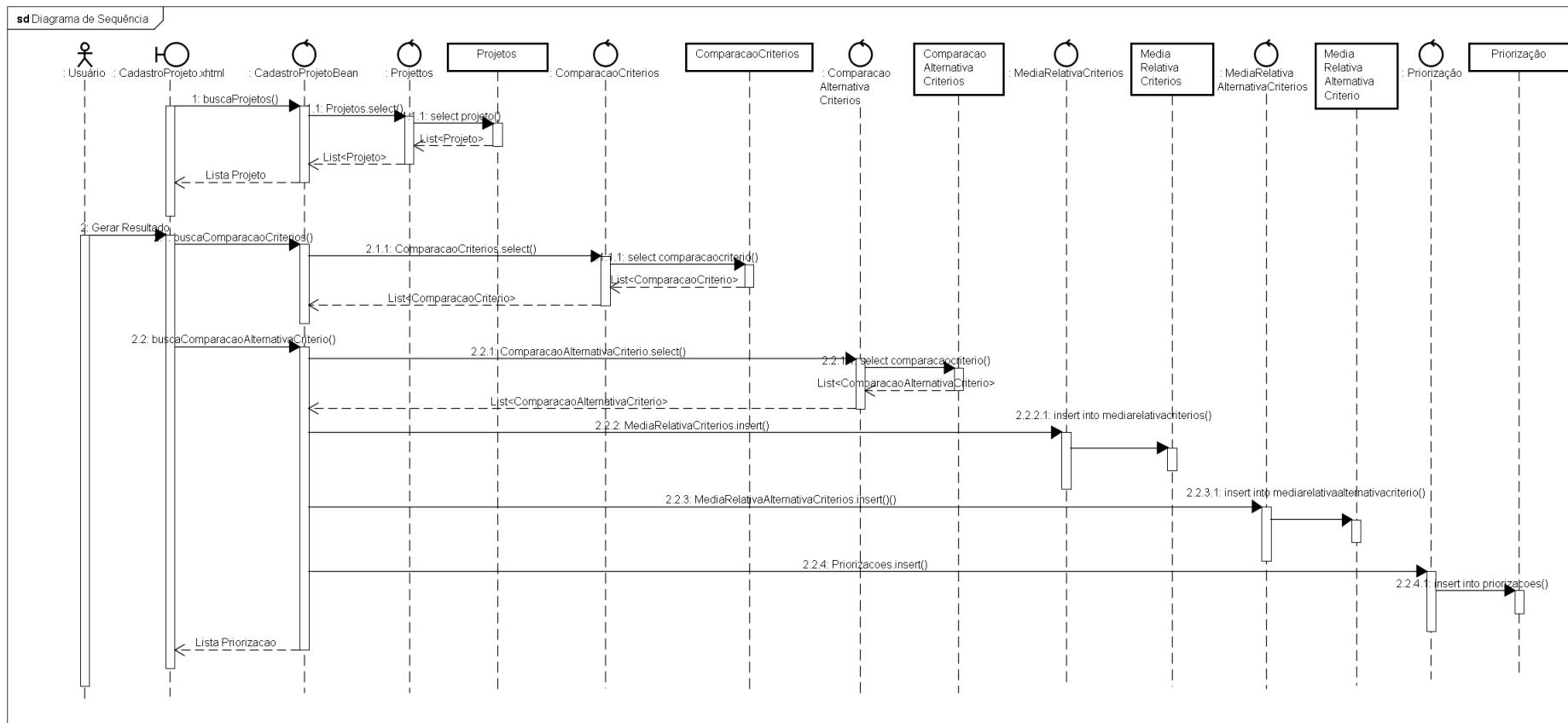


Figura 26 - Priorização
Fonte: Autoria Própria

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DA FASE DE CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO DE PROCESSO

Nome da Tarefa	Iteração	Duração	Início	Término	Entrada	Saída
Fase de Concepção		30 dias	01/03/2015	31/03/2015		
Fase de Elaboração		90 dias	01/04/2015	30/06/2015		
Fase de Construção		74 dias	28/07/2015	10/10/2015		
Módulo Usuário						
Requisitos	1 de 1	2 dias	01/08/2015	03/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	01/08/2015	03/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	2 dias	12/08/2015	14/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório; Controller; Interface
Testes	1 de 1	2 dias	12/08/2015	14/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Grupo						
Requisitos	1 de 1	2 dias	01/08/2015	03/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	01/08/2015	03/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	2 dias	04/08/2015	06/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório; Controller; Interface
Testes	1 de 1	2 dias	04/08/2015	06/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados

Figura 27 - Cronograma de Execução - parte 1
Fonte: Autoria Própria

Nome da Tarefa	Iteração	Duração	Início	Término	Entrada	Saída
Módulo Projeto						
Requisitos	1 de 2	3 dias	03/08/2015	06/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 2	3 dias	03/08/2015	06/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 2	12 dias	08/08/2015	20/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 2	12 dias	08/08/2015	20/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Requisitos	2 de 2	2 dias	01/10/2015	03/10/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos Inserção dos Comentários
Análise e Design	2 de 2	2 dias	01/10/2015	03/10/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	2 de 2	4 dias	06/10/2015	10/10/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	2 de 2	4 dias	06/10/2015	10/10/2015	Testes	Registro na Base de Dados

Figura 28 - Cronograma de Execução - parte 2

Fonte: Autoria Própria

Nome da Tarefa	Iteração	Duração	Início	Término	Entrada	Saída
Módulo Critério						
Requisitos	1 de 1	2 dias	06/08/2015	08/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	06/08/2015	08/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	7 dias	12/08/2015	19/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	10 dias	12/08/2015	22/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Alternativa						
Requisitos	1 de 1	2 dias	08/08/2015	10/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	08/08/2015	10/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	5 dias	14/08/2015	19/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	5 dias	14/08/2015	19/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Característica Alternativa						
Requisitos	1 de 1	2 dias	10/08/2015	12/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	10/08/2015	12/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	5 dias	18/08/2015	23/08/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	5 dias	18/08/2015	23/08/2015	Testes	Registro na Base de Dados

Figura 29 - Cronograma de Execução - parte 3
Fonte: Autoria Própria

Nome da Tarefa	Iteração	Duração	Início	Término	Entrada	Saída
Módulo Comparação Critério						
Requisitos	1 de 1	6 dias	09/08/2015	15/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	6 dias	09/08/2015	15/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	11 dias	01/09/2015	12/09/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	11 dias	01/09/2015	12/09/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Comparação Alternativa Critério						
Requisitos	1 de 1	6 dias	09/08/2015	15/08/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	6 dias	09/08/2015	15/08/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	11 dias	01/09/2015	12/09/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	11 dias	01/09/2015	12/09/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Priorização						
Requisitos	1 de 1	2 dias	04/09/2015	05/09/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	2 dias	04/09/2015	05/09/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	25 dias	05/09/2015	30/09/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	25 dias	05/09/2015	30/09/2015	Testes	Registro na Base de Dados

Figura 30 - Cronograma de Execução - parte 4
Fonte: Autoria Própria

Nome da Tarefa	Iteração	Duração	Início	Término	Entrada	Saída
Módulo Equipes						
Requisitos	1 de 1	1 dia	01/10/2015	02/10/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	1 dia	01/10/2015	02/10/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	4 dias	04/10/2015	08/10/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	4 dias	04/10/2015	08/10/2015	Testes	Registro na Base de Dados
Módulo Modelos						
Requisitos	1 de 1	1 dia	02/10/2015	03/10/2015	Levantamento de Requisitos	Listagem de Requisitos
Análise e Design	1 de 1	1 dia	02/10/2015	03/10/2015	Diagramação	Diagrama de Caso de Uso; Diagrama de Classe; Modelo Entidade-Relacionamento
Implementação	1 de 1	6 dias	04/10/2015	10/10/2015	Desenvolvimento	Classe; Banco de Dados; Repositório;Controller; Interface
Testes	1 de 1	4 dias	13/10/2015	17/10/2015	Testes	Registro na Base de Dados

Figura 31 - Cronograma de Execução - parte 5
Fonte: Autoria Própria

