



Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Estatística e Informática



## Um Sistema para Leilão Reverso Multiatributo com Apoio à Decisão Multicritério

Victor Raffael Lins Carlota

Recife

Julho de 2015

Victor Raffael Lins Carlota

# **Um Sistema para Leilão Reverso Multiatributo com Apoio à Decisão Multicritério**

Orientador: Gabriel Alves

Monografia apresentada ao Curso Bacharelado em Sistemas de Informação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Recife

Julho de 2015

Aos meus pais,  
à minha namorada,  
aos meus familiares,  
aos meus amigos.

# Agradecimentos

Agradeço à minha família pela educação e apoio durante toda a minha vida.

Agradeço à minha namorada Letícia, por todos esses anos de amor, apoio e incentivo.

Agradeço ao meu orientador Gabriel Alves, pela disponibilidade em me orientar e guiar no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos por participarem de grande parte da minha vida.

Agradeço aos professores por contribuírem para meu crescimento pessoal e profissional.

# Resumo

A negociação entre clientes e vendedores é um passo importante para concretização de um negócio. O leilão reverso é um tipo de negociação onde os papéis de comprador e vendedor são invertidos. Enquanto o comprador anuncia seus pedidos, vendedores competem entre si para propor a melhor oferta.

Leilões reversos multiatributo permitem negociação sobre preço e outros atributos, tais como qualidade e prazo de entrega. Assim, para escolher a melhor proposta, é necessário avaliar múltiplos critérios, tendo diferentes graus de importância. A vantagem de usar múltiplos critérios, ao invés de usar apenas um critério (preço), como é feito geralmente, é que seu uso define e realça a real necessidade do decisor e melhora a transparência do processo de decisão.

Este trabalho propõe um sistema para leilão reverso multiatributo, que é composto de dois aplicativos móveis e web services, com o intuito de auxiliar clientes na etapa de negociação com vendedores e posteriormente auxiliar na seleção e priorização de propostas. Para isso, será desenvolvido o Processo Analítico Hierárquico (AHP), tendo como critérios: valor, prazo, localização e reputação.

Foram obtidos avanços no processo de negociação entre cliente e vendedor, assim como no processo de escolha da melhor proposta.

**Palavras-chave:** Leilão Reverso Multiatributo, Análise de Decisão Multicritério (MCDA), Processo Analítico Hierárquico (AHP), Aplicativo Móvel, Web services.

# Abstract

The negotiation between customers and sellers is an important step towards achieving a deal. The reverse auction is a type of negotiation in which the buyer and seller roles are reversed. While the buyer announces his order, sellers compete to offer the best deal.

Multi-attribute reverse auctions allow negotiating on price and other attributes such as quality and delivery time. So to choose the best proposal, should be considered multiple criteria, with varying degrees of importance. The advantage of using multiple criteria, instead of using only one criterion (price), as is usually done, is that its use defines and highlights the real need for decision-maker and improves the transparency of the decision making process.

This paper proposes a system for multi-attribute reverse auction, which is composed of two mobile applications and web services, in order to assist clients in the negotiation stage with vendors and subsequently assist in the selection and prioritization of proposals. For this, it will be developed the Analytical Hierarchy Process (AHP), having as criteria: value, deadline, location and reliability.

Progress has been made in the negotiation process between client and vendor, as well as in the selection process of the best proposal.

**Keywords:** Multi-attribute Reverse Auction, Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), Analytic Hierarchy Process (AHP), Mobile application, Web services.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Apresentação . . . . .	1
1.2	Motivação e Justificativa . . . . .	3
1.3	Objetivos . . . . .	4
1.4	Organização do trabalho . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Referencial teórico</b>	<b>6</b>
2.1	Leilão Reverso Multiatributo . . . . .	6
2.2	Análise de Decisão Multicritério . . . . .	7
2.3	Processo Analítico Hierárquico . . . . .	9
2.3.1	Aplicação do método AHP . . . . .	10
2.4	Desenvolvimento de APPs . . . . .	15
2.4.1	Android, Web services, REST e JSON . . . . .	15
2.4.2	Padrões Arquiteturais . . . . .	16
<b>3</b>	<b>Arquitetura do projeto</b>	<b>18</b>
3.1	Componentes de software . . . . .	18
3.2	Aplicativos móveis . . . . .	20

3.2.1	Módulo principal . . . . .	20
3.2.2	Aplicativo voltado para clientes . . . . .	21
3.2.3	Aplicativo voltado para vendedores . . . . .	22
3.3	Web Services . . . . .	23
3.3.1	API REST . . . . .	23
3.3.2	Integração com o banco de dados . . . . .	26
3.4	Banco de Dados . . . . .	27
<b>4</b>	<b>Solução computacional</b>	<b>29</b>
4.1	Leilão Reverso multiatributo . . . . .	29
4.1.1	Cadastro de um novo leilão . . . . .	30
4.1.2	Cadastro de uma nova proposta . . . . .	31
4.2	Apoio à Decisão Multicritério . . . . .	32
4.3	Análise de reputação . . . . .	35
4.4	Mapas, Geocodificação e Serviços baseados em localização . . . . .	36
<b>5</b>	<b>Trabalhos correlatos</b>	<b>38</b>
5.1	Leilões multiatributo . . . . .	38
5.2	Leilões reversos multiatributo . . . . .	38
5.3	Métodos de Apoio à Decisão Multicritério . . . . .	39
5.4	Considerações finais . . . . .	40
<b>6</b>	<b>Conclusão e trabalhos futuros</b>	<b>41</b>

# Lista de Tabelas

2.1	Escala de atratividade [2] . . . . .	8
2.2	Escala fundamental dos números absolutos [27] . . . . .	11

# Lista de Figuras

2.1	Leilão . . . . .	6
2.2	Leilão Reverso . . . . .	7
2.3	Hierarquia de decisão [11] . . . . .	10
2.4	Comunicação cliente-servidor [10] . . . . .	17
2.5	Exemplo de arquitetura em camadas . . . . .	17
3.1	Diagrama de componentes . . . . .	19
3.2	Comunicação entres componentes . . . . .	19
3.3	Diagrama de Pacotes - MyChoice . . . . .	21
3.4	Diagrama de Pacotes - MyChoice Customers . . . . .	22
3.5	Diagrama de Pacotes - MyChoice Sellers . . . . .	22
3.6	Diagrama de Pacotes - MyChoice Web service . . . . .	23
3.7	Serviço acessível a partir de uma requisição GET . . . . .	24
3.8	Mapeamento objeto-relacional por meio de anotações . . . . .	26
3.9	Diagrama EER do projeto desenvolvido . . . . .	27
4.1	Diagrama de casos de uso . . . . .	30
4.2	Cadastro de leilão . . . . .	31

4.3	Visualização de leilão . . . . .	31
4.4	Cadastro de proposta . . . . .	31
4.5	Visualização de proposta . . . . .	31
4.6	Comparações de critérios . . . . .	32
4.7	Comparações de critérios . . . . .	32
4.8	Comparações de alternativas . . . . .	33
4.9	Comparações de alternativas . . . . .	33
4.10	Propostas priorizadas . . . . .	34
4.11	Diagrama de classes do módulo AHP . . . . .	35
4.12	Visualização de loja . . . . .	36
4.13	Busca de lojas . . . . .	37
4.14	Localização de loja . . . . .	37

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Apresentação

A oferta de produtos e serviços vem se expandindo gradualmente em virtude da globalização e do progresso tecnológico, levando os consumidores a serem mais criteriosos em suas escolhas. Conseqüentemente, os fornecedores têm de se adaptar às novas necessidades dos consumidores, oferecendo produtos e serviços diferenciados [19].

Conhecer o consumidor significa compreender seu comportamento de tomada de decisão e saber o processo pelo qual os indivíduos determinam porque, como, quando, o que e, sobretudo, onde comprar. A análise do processo decisório dos clientes deve representar um dos principais focos da empresa, sendo um componente que afetará diretamente a demanda de seu produto ou serviço [19].

Existem diversos serviços que se propõe a auxiliar clientes a escolher a melhor oferta, tais como o PriceGrabber [24], Google [14], Buscapé [6] e Zoom [31]. Porém por terem um aspecto unidimensional, reduzem a escolha à variável preço, o que nem sempre é suficiente para o consumidor.

Os leilões se tornaram muito populares nos últimos anos. O leilão é uma modalidade de negociação onde os compradores potenciais propõe ofertas competitivas sobre produtos e serviços à um vendedor. O produto ou serviço em questão será vendido para quem propor o lance mais alto.

Um leilão reverso é um tipo de leilão em que os papéis de comprador e vendedor são invertidos. Em um leilão normal (também conhecido como um leilão para a frente) [7], os compradores competem para obter um bem ou serviço, oferecendo preços cada vez mais elevados. Em um leilão reverso, os vendedores competem para obter negócios do comprador e os preços vão diminuindo à medida que a negociação progride, por só considerar a variável preço, ele é unidimensional.

Leilões reversos têm sido empregados de maneira crescente em atividades de comércio eletrônico entre empresas (B2B - do inglês *Business to Business*) e entre governo e empresas (G2B - do inglês *Government to Business*), mas seu uso ainda é recente entre empresa e consumidor (G2C - do inglês *Business to Commerce*).

Leilões multiatributos permitem negociar em vários atributos, envolvendo não só o preço, mas também outros atributos como qualidade, garantia e prazos de entrega. Compradores revelam as suas preferências através da definição de um conjunto de atributos relevantes e de critérios de avaliação com diferentes graus de importância [3].

A extensão da negociação a outros atributos, possibilitará um aumento da competição entre vendedores, beneficiando os clientes. Porém, por haver múltiplos critérios para se escolher a melhor oferta, a determinação do vencedor nestes leilões é geralmente um problema complexo. Para tal, o uso de uma abordagem de apoio à decisão multicritério deverá oferecer os elementos necessários aos clientes para auxiliá-los a decidir qual melhor proposta.

Este trabalho propõe um sistema para leilão reverso multiatributo, que é composto de dois aplicativos móveis e web services, sendo um aplicativo voltado para clientes e outro voltado para vendedores, enquanto que os web services servirão como forma de integrá-los. O sistema proposto tem o intuito de auxiliar clientes na etapa de negociação com vendedores e posteriormente auxiliar na seleção e priorização de propostas. Para isso, será desenvolvido o Processo Analítico Hierárquico (AHP), tendo como critérios: valor, prazo, localização e reputação.

O sistema funcionará da seguinte forma:

1. O cliente poderá, através de um leilão, solicitar propostas para um produto ou serviço específico;
2. Todas as lojas cadastradas nas categorias do leilão recebem uma notificação, podendo

então enviar as propostas;

3. O cliente poderá classificar as propostas e em seguida escolher a que melhor atende suas necessidades;
4. O cliente poderá também localizar lojas com integração ao Google Maps.

## 1.2 Motivação e Justificativa

As empresas estão cada vez mais usando a internet para transações comerciais. A natureza ubíqua da internet e o seu amplo acesso global criou um modo extremamente eficaz de comunicação entre empresas e clientes. O crescimento do comércio eletrônico tem um enorme potencial, pois reduz os custos de produtos e prestação de serviços e estende os limites geográficos ao aproximar compradores de vendedores [30].

A utilização de leilões reversos é um meio de acelerar transações comerciais e melhorar a eficiência em processos de negócios entre clientes e vendedores, sua utilização beneficia tanto o comprador como vendedor. Enquanto o comprador obtém uma série de vantagens e condições que mais se adequem à sua necessidade, o vendedor ganha novas oportunidades de negócio. Geralmente, em leilões, utiliza-se apenas um atributo (preço) como negociável, o que pode gerar resultados a baixo do esperado, pois outros atributos podem ter mesma ou maior importância que o preço [8, 22, 5, 7].

Em nossa vida cotidiana, temos de fazer escolhas constantemente. Muitos problemas, tais como a compra de um computador, um carro, uma casa, a escolha de escola ou uma carreira, onde investir dinheiro, decidir sobre o local de férias ou até mesmo votar em um candidato político são problemas cotidianos comuns de decisão. Normalmente, as pessoas fazem essas escolhas sem considerar todos os fatores e seus efeitos em simultâneo. Em leilões multiatributo a escolha da melhor proposta é complexa, pois não é comum considerar todos os atributos no momento da decisão. Com isso, é apropriado o uso ferramentas de apoio à decisão no caso de ter três ou mais atributos negociáveis [4]. No caso de ter dois atributos, não é tão complexo compará-los, pois só será necessário um julgamento entre os atributos por parte do decisor.

Existem diversos trabalhos sobre leilões reversos multiatributo [8, 22, 29] e sobre apoio à decisão multicritério [23, 28], mas poucos trabalhos tratam dos dois temas em conjunto [22].

Assim, este trabalho procura contribuir com o desenvolvimento de um sistema que otimize o processo de negociação, com base em leilões reversos multiatributos, dando suporte à escolha das propostas dos vendedores através de métodos de apoio à decisão multicritério. Espera-se, pois, que este sistema auxilie na relação cliente vendedor, beneficiando a ambos.

### 1.3 Objetivos

O presente trabalho pretende contribuir para a otimização do processo de negociação entre clientes e vendedores; e auxiliar o cliente no processo decisório de seleção e priorização de produtos.

O principais objetivos do trabalho são:

- Desenvolver um sistema para leilão reverso multiatributo com o intuito de otimizar o processo de negociação entre clientes e vendedores;
- Desenvolver o método AHP para auxiliar clientes na seleção e priorização de propostas onde múltiplos critérios de comparação estão envolvidos.

Para atingir esses objetivos, serão desenvolvidos também:

- Análise de reputação de lojas para que clientes possam avaliar e ver avaliações de outros clientes, além de utilizá-la como critério de comparação;
- Serviços baseados em localização e integração com Google Maps para auxiliar clientes a localizar lojas mais próximas e utilizar a distância até a loja como critério de comparação.

### 1.4 Organização do trabalho

O presente trabalho está organizado em seis capítulos dos quais o primeiro é a introdução e os próximos cinco capítulos estão descritos abaixo:

- No capítulo 2 é apresentado um conjunto de definições relevantes para o entendimento do trabalho;
- No capítulo 3 é apresentada a arquitetura do projeto;
- No capítulo 4 é apresentada a solução computacional proposta no desenvolvimento do trabalho;
- No capítulo 5 são apresentados trabalhos relacionados ao tema;
- No capítulo 6 são descritas as conclusões do trabalho e os trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Referencial teórico

Neste capítulo é apresentado um conjunto de definições relevantes para o desenvolvimento e entendimento do presente trabalho.

### 2.1 Leilão Reverso Multiatributo

O leilão é uma modalidade de negociação conduzido pela lei da oferta e procura, onde um vendedor oferece um bem ou serviço e compradores competem para obtê-lo, oferecendo preços cada vez mais elevados. A figura 2.1 ilustra o processo de negociação em um leilão.



Figura 2.1: Leilão

Um leilão reverso pode ser definido com um tipo de leilão em que o comprador estabelece os requisitos; em seguida, os fornecedores que possam atender os requisitos estabelecidos competem para o negócio, oferecendo o menor preço, menor prazo de entrega, ou qualquer outras condições procuradas pelo comprador. É “reverso” porque o fator competitivo habitual é o preço e ao contrário de um leilão típico, o preço diminui enquanto o leilão progride. Em leilões reversos multiatributo, os valores simplesmente “mudam” [7].

Segundo Bichler and Kalagnanam [5], leilões reversos multiatributo permitem negociação sobre preço e outros atributos qualitativos, tais como cor, peso ou tempo de entrega. Eles prometem maior eficiência através de uma troca de informações mais eficaz das preferências do comprador e as ofertas do fornecedor.

A figura 2.1 ilustra o processo de negociação em um leilão reverso.



Figura 2.2: Leilão Reverso

## 2.2 Análise de Decisão Multicritério

A Análise de Decisão Multicritério (MCDA - do inglês *Multi-Criteria Decision Analysis*) consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar a tomar decisões acerca de um problema complexo, sob a influência de múltiplos critérios. Existem diversos métodos que dão suporte à MCDA. Para auxiliar o cliente a decidir qual proposta escolher em um leilão reverso multiatributo foram analisados três métodos de apoio à decisão multicritério: AHP, CBRank e MACBETH.

O Processo Analítico Hierárquico (AHP - do inglês *Analytic Hierarchy Process*) é um método de tomada de decisão multicritério que, segundo Saaty [27], prioriza elementos através de comparações de pares, onde as comparações são feitas usando uma escala de julgamentos absolutos que representa, quanto mais um elemento domina outro em relação a um dado atributo.

Já o método de Ranking Baseado em Casos (CBRank - do inglês *Case-Based Ranking*), de acordo com Perini et al. [23], explora técnicas de aprendizado de máquina para orientar o levantamento preferências do usuário no processo de definição de prioridades. O framework baseia-se em um processo iterativo que pode lidar com um ou múltiplos decisores e critérios.

Diferentemente da AHP, no CBRank, não há escala de valores, a preferência é binária, onde um elemento é mais ou menos importante que outro.

No trabalho apresentado por Perini et al. [23], foram utilizadas três características para compará-los: facilidade de utilização, tempo gasto no processo e exatidão. Os resultados mostraram que para as primeiras duas características o CBRank superou o AHP, enquanto que para a exatidão o AHP teve melhor desempenho. Para o presente trabalho, a característica de exatidão teve maior relevância do que as outras duas características, por esse motivo, o método AHP foi considerado melhor que o CBRank.

Medir a Atratividade por uma Técnica de Avaliação Baseada em Categorias (MACBETH - do inglês *Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique*) é, segundo Bana et al. [2] uma abordagem de análise de decisão multicritério que requer apenas julgamentos qualitativos sobre as diferenças de atratividade para ajudar um indivíduo ou um grupo a avaliar a atratividade relativa das opções. A diferença de atratividade é realizada em uma escala de sete categorias, como pode ser visto na tabela 2.2:

Categoria	Definição
0	Nenhuma diferença
1	Muito fraca
2	Fraca
3	Moderada
4	Forte
5	Muito forte
6	Extrema

Tabela 2.1: Escala de atratividade [2]

No MACBETH, os elementos são avaliados a partir de uma escala semântica de atratividade, enquanto que no AHP, os elementos são avaliados a partir de uma escala numérica de importância [28]. Os métodos AHP e o MACBETH tem característica de exatidão semelhantes. Para o presente trabalho o AHP foi escolhido como método de apoio à decisão multicritério e ele será melhor detalhado na seção seguinte.

## 2.3 Processo Analítico Hierárquico

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) é um método para auxiliar na tomada de decisões complexas onde múltiplos critérios estão envolvidos [26]. Mais do que determinar a decisão correta, o método permite justificar a escolha de forma consistente e coerente.

O AHP fornece um procedimento abrangente e racional para estruturar um problema, para representar e quantificar seus elementos, para relacionar estes elementos com as metas globais e para avaliar soluções alternativas.

De acordo com Saaty [27], para tomar uma decisão de forma sistêmica, usando o AHP, é preciso decompor o processo nos seguintes passos:

- Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento requerido;
- Estruturar a hierarquia de decisão do topo com o objetivo da decisão, então os objetivos de uma perspectiva ampla, passando pelos níveis intermediários (critérios dos quais os elementos seguintes dependerão) para o nível mais baixo (o qual usualmente é um conjunto de várias alternativas);
- Construir um conjunto de matrizes de comparação de pares. Cada elemento em um nível mais alto é utilizado para comparar os elementos em um nível imediatamente abaixo;
- Usar as prioridades obtidas das comparações para ponderar as prioridades no nível imediatamente abaixo. Fazer isso para todos os elementos. Dessa forma, para cada elemento no nível inferior adiciona o seu peso e obtém-se a prioridade global. Dando continuidade no processo de ponderação e adição até o final, as prioridades das alternativas no nível mais baixo são obtidas.

No AHP, a hierarquia de decisão é um meio estruturado de modelar uma decisão. Ela consiste de uma meta global, um grupo de opções ou alternativas para alcançar a meta, e um conjunto de fatores ou critérios que se relacionam com as alternativas para alcançar o objetivo, como ilustra a figura 2.3.

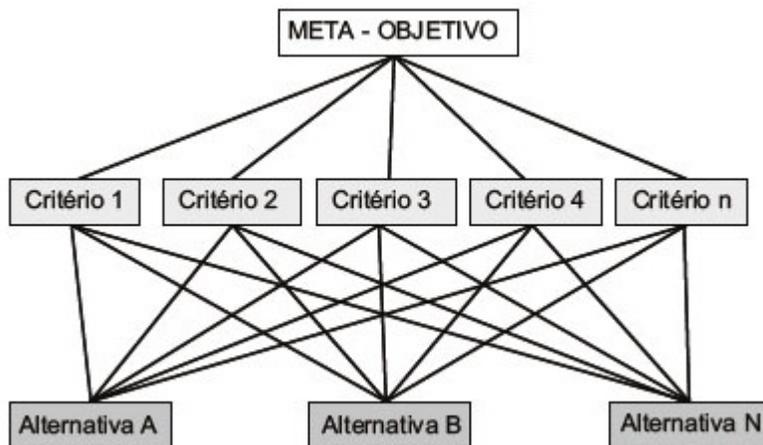


Figura 2.3: Hierarquia de decisão [11]

### 2.3.1 Aplicação do método AHP

Para melhor detalhar o método AHP, será apresentado um caso prático em que um cliente deseja comprar um smartphone e há três possíveis propostas em análise: Proposta 1, Proposta 2 e Proposta 3.

Os aspectos a serem considerados são: Valor, Prazo, Reputação e Localização.

- O critério Valor avalia o custo do produto ofertado, portanto quanto menor o valor do produto, melhor a oferta;
- O critério Prazo avalia em quanto tempo o produto será entregue, portanto quanto menor o prazo de entrega, melhor a oferta;
- O critério Reputação mede o quanto um vendedor é confiável, trata-se de um critério qualitativo, que se refere a quão bem o vendedor é avaliado por outros clientes;
- O critério Localização avalia o quanto uma loja é próxima ao cliente.

Segundo Saaty [27], para fazer comparações, precisamos de uma escala de números que indica quantas vezes um elemento é mais importante ou predominante que outro em relação ao critério ou propriedade à qual eles são comparados. A tabela 2.3.1 apresenta a escala.

Intensidade da importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
2	Fracamente ou ligeiramente importante	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade em detrimento de outra
3	Importância moderada	
4	Importância moderada/forte	
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em detrimento de outra
6	Importância mais forte	Uma atividade é muito fortemente favorecida em detrimento de outra; seu domínio demonstrado na prática
7	Importância muito mais forte	
8	Muito, muito mais importante	
9	Importância extrema	A evidência favorecendo uma atividade sobre a outra é da mais alta ordem possível de afirmação
Recíproco ao de cima	Se a atividade i tem um número diferente de zero atribuído a ela quando comparado com a atividade j, então j tem valor recíproco quando comparado a i	
1.1 - 1.9	Se as importâncias das atividades estão muito próximas	Pode ser difícil atribuir o melhor valor, mas quando comparado com outras atividades contrastantes, o tamanho dos números pequenos não será muito notável. Ainda assim, eles podem indicar a importância relativa das atividades

Tabela 2.2: Escala fundamental dos números absolutos [27]

Será necessário avaliar qual o grau de prioridades entre os critérios. Como são 4 critérios, serão 6 pares de comparação.

Para nosso exemplo, o cliente considera que:

- O critério Prazo é 3 vezes mais importante que critério Valor;
- O critério Prazo é 7 vezes mais importante que o critério Localização.
- O critério Prazo tem mesma importância que critério o Reputação.

- O critério Reputação é 7 vezes mais importante que o critério Localização.
- O critério Reputação é 3 vezes mais importante que o critério Valor;
- O critério Valor é 5 vezes mais importante que o Localização.

Note que que apesar de não precisarmos seguir os valores matemáticos, há que se manter coerência. Não teria sentido afirmar, por exemplo, que o critério Valor é igualmente importante ao critério Localização.

A partir destas comparações de pares de critérios, podemos montar uma matriz de priorização e em seguida calcular o vetor de Eigen, o qual será o vetor de priorização entre critérios. Para tanto, iremos acrescentar uma coluna com a média geométrica dos valores computados em cada linha.

Segundo Aczél and Saaty [1], é utilizada a média geométrica, pois ela é a única média que preserva julgamentos recíprocos. Considere, por exemplo, os julgamentos 3, 5 e 9. A média geométrica entre eles é aproximadamente 5.1299. Considere agora, o julgamentos recíprocos aos anteriores  $1/3$ ,  $1/5$  e  $1/9$ . A média entre eles é aproximadamente 0.1949. Podemos então verificar que o recíproco da média geométrica de um conjunto de julgamentos é a média geométrica dos recíprocos, pois  $1/5.1299$  é aproximadamente 0.1949. Assim, esta média é mais adequada para que se compare critérios selecionados neste método.

Na coluna “Prioridade relativa”, iremos ponderar os quatro valores obtidos em relação ao total, ou seja, obter os percentuais de cada critério na prioridade global. Por exemplo, para obter a prioridade relativa da Proposta 1, será necessário calcular a divisão da média geométrica pela média geométrica total, sendo  $0.8633/5.5403$  igual à 0.1558.

Como pode ser visto na tabela a seguir:

<b>Crítérios</b>	<b>Valor</b>	<b>Prazo</b>	<b>Reputação</b>	<b>Localização</b>	<b>Média Geométrica</b>	<b>Prioridade relativa</b>
Valor	1	1/3	1/3	5	0,8633	0,1558
Prazo	3	1	1	7	2,1407	0,3864
Reputação	3	1	1	7	2,1407	0,3864
Localização	1/5	1/7	1/7	1	0,3956	0,0714
Total					5.5403	1

Para cada critério, o cliente tem os seguintes julgamentos:

**Valor:**

- A Proposta 1 é 5 vezes mais importante que a Proposta 2;
- A Proposta 1 é 9 vezes mais importante que a Proposta 3;
- A Proposta 3 é 5 vezes mais importante que a Proposta 2.

Valor	Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3	Média Geométrica	Prioridade relativa
Proposta 1	1	5	9	3,5569	0,7352
Proposta 2	1/5	1	5	1,0000	0,2067
Proposta 3	1/9	1/5	1	0,2811	0,0581
Total				4,8380	1

**Prazo:**

- A Proposta 2 é 5 vezes mais importante que a Proposta 1.
- A Proposta 2 é 3 vezes mais importante que a Proposta 3.
- A Proposta 3 é 3 vezes mais importante que a Proposta 1.

Prazo	Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3	Média Geométrica	Prioridade relativa
Proposta 1	1	1/5	1/3	0,4055	0,1047
Proposta 2	5	1	3	2,4662	0,6370
Proposta 3	3	1/3	1	1,0000	0,2583
Total				3,8717	1

**Reputação:**

- A Proposta 2 é 3 vezes mais importante que a Proposta 1;
- A Proposta 3 é 3 vezes mais importante que a Proposta 2;
- A Proposta 3 é 5 vezes mais importante que a Proposta 1.

Reputação	Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3	Média Geométrica	Prioridade relativa
Proposta 1	1	1/3	1/5	0,4055	0,1047
Proposta 2	3	1	1/3	1,0000	0,2583
Proposta 3	5	3	1	2,4662	0,6370
Total				3,8717	1

### Localização:

- A Proposta 1 é 7 vezes mais importante que a Proposta 2;
- A Proposta 1 é 3 vezes mais importante que a Proposta 3;
- A Proposta 3 é 5 vezes mais importante que a Proposta 2.

Localização	Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3	Média Geométrica	Prioridade relativa
Proposta 1	1	7	3	2,7589	0,6491
Proposta 2	1/7	1	1/5	0,3057	0,0719
Proposta 3	1/3	5	1	1,1856	0,2790
Total				4,2502	1

Podemos então visualizar a matriz de priorização das propostas segundo os critérios estabelecidos, simplesmente colocando em cada coluna os respectivos vetores de Eigen:

	Valor	Prazo	Reputação	Localização
Proposta 1	0,7352	0,1047	0,1047	0,6491
Proposta 2	0,2067	0,6370	0,2583	0,0719
Proposta 3	0,0581	0,2583	0,6370	0,2790

E considerando os pesos relativos de cada critério:

<b>Cr�terios</b>	<b>Prioridade relativa</b>
Valor	0,1558
Prazo	0,3864
Reputa�o	0,3864
Localiza�o	0,0714

Por fim, a matriz de prioriza o das propostas, pode ser obtida pela multiplica o das matrizes de prioridade dos cr terios de cada proposta, pela matriz de prioridade dos cr terios.

<b>Propostas</b>	<b>Prioridade</b>
Proposta 1	0,24180206
Proposta 2	0,38328144
Proposta 3	0,37491650

Portanto, verifica-se que a Proposta 2   a escolhida dentre as op oes, uma vez que tem a maior prioridade. Vale ressaltar que toda a parte matemática ficará transparente para o usuário no uso do sistema a ser desenvolvido.

## 2.4 Desenvolvimento de APPs

Neste se o   apresentado um conjunto de defini es relevantes para o desenvolvimento dos aplicativos móveis e web services.

### 2.4.1 Android, Web services, REST e JSON

Os dispositivos móveis modernos tornaram-se ferramentas poderosas que incorporam telas sensíveis ao toque, câmeras, players de média, GPS, NFC. Android   um sistema operacional móvel baseado em linux e atualmente desenvolvido pela Google. Com a introdu o dos tablets e TV do Google, o Android tem se expandido para além de suas raízes como um sistema operacional para celulares, proporcionando uma plataforma consistente para desenvolvimento de aplicativos através de uma gama cada vez maior de hardware [21].

Web services são aplica es modulares, auto-contidas, auto-descritas, que podem ser publicadas, localizadas e invocadas através da Web [25]. Os web services proporcionam uma

melhor integração entre sistemas distribuídos, permitindo que a comunicação entre eles seja transparente.

A Transferência do Estado Representativo (REST - do inglês *Representational State Transfer*) é um estilo arquitetural para sistemas distribuídos de hipermídia, ela fornece um conjunto de restrições arquiteturais que, quando aplicado como um todo, enfatiza a escalabilidade de interações entre componentes, a generalidade de interfaces, a implantação independente de componentes e o uso de componentes intermediários para reduzir a latência de interação, reforçar a segurança e encapsular sistemas legados [13].

De acordo com Crockford [9], Notação de Objetos JavaScript (JSON - do inglês *JavaScript Object Notation*) é um formato de texto para a serialização de dados estruturados. É derivado dos objetos literais do Javascript e pode representar quatro tipos primitivos (strings, números, booleanos, e nulos) e dois tipos estruturados (objetos e arrays).

Exemplo de um objeto, que representa uma lista de usuários, em formato JSON:

```
[
  {
    "id":1,
    "nome": "Maria",
    "email": "maria@xyz.com"
  },
  {
    "id":2,
    "nome": "João",
    "email": "joao@xyz.com"
  },
  {
    "id":3,
    "nome": "Pedro",
    "email": "pedro@xyz.com"
  }
]
```

## 2.4.2 Padrões Arquiteturais

A arquitetura cliente-servidor tem o objetivo de estruturar o sistema como um conjunto de processos cooperativos (servidores) que prestam serviços para processos do usuário (clientes). A comunicação entre esses processos ocorre exclusivamente através da troca de mensagens.

Isso faz com que o modelo seja adequado para a implementação de sistemas distribuídos, uma vez que os mecanismos de comunicação podem ser projetados para permitir a troca de mensagens entre processos executando em diferentes lugares.

A figura 2.4.2 ilustra a comunicação entre clientes e servidor através da internet.

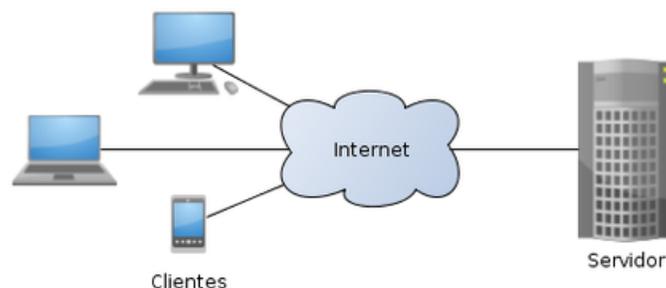


Figura 2.4: Comunicação cliente-servidor [10]

Na arquitetura de camadas, o sistema é dividido em níveis sobrepostos. Cada camada oferece um conjunto de funções que podem ser utilizadas apenas pelas camadas superiores, fazendo com que cada camada seja dependente apenas da camada subjacente [20].

A figura 2.4.2 ilustra a divisão em camadas, em que a camada de Apresentação tem dependência com a camada da Negócio e esta tem dependência com a camada de Acesso a dados. Tendo todas elas dependência com a camada de Domínio.

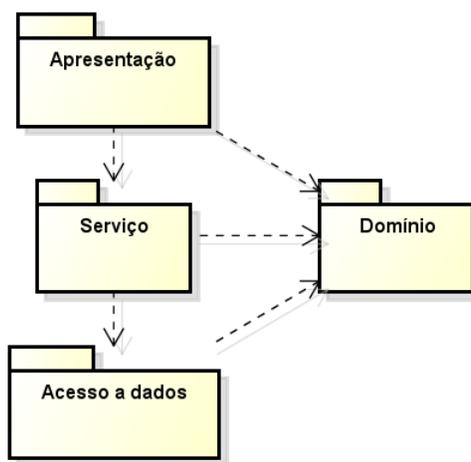


Figura 2.5: Exemplo de arquitetura em camadas

# Capítulo 3

## Arquitetura do projeto

Neste capítulo será apresentada a descrição dos elementos que compõem o projeto de software, comunicação entre esses elementos e padrões adotados em cada componente.

No desenvolvimento do projeto foram adotados dois padrões arquiteturais: Arquitetura em Camadas e Arquitetura cliente-servidor.

### 3.1 Componentes de software

O projeto desenvolvido é composto pela integração dos seguintes elementos:

- Aplicativo móvel voltado para clientes: É por meio dele que o cliente poderá negociar com vendedores em leilões reversos multiatributo, escolher a melhor proposta com o suporte de um método de apoio à decisão multicritério e localizar lojas próximas com integração ao Google Maps;
- Aplicativo móvel voltado para vendedores: É por meio dele que o vendedor poderá negociar com clientes, oferecendo propostas em uma leilão reverso multiatributo.
- Web services: Será o meio de integração dos dois aplicativos móveis ao banco de dados;
- Banco de Dados: Será onde os dados dos dois aplicativos móveis serão armazenados.

A figura 3.1 ilustra o diagrama de componentes da solução desenvolvida.

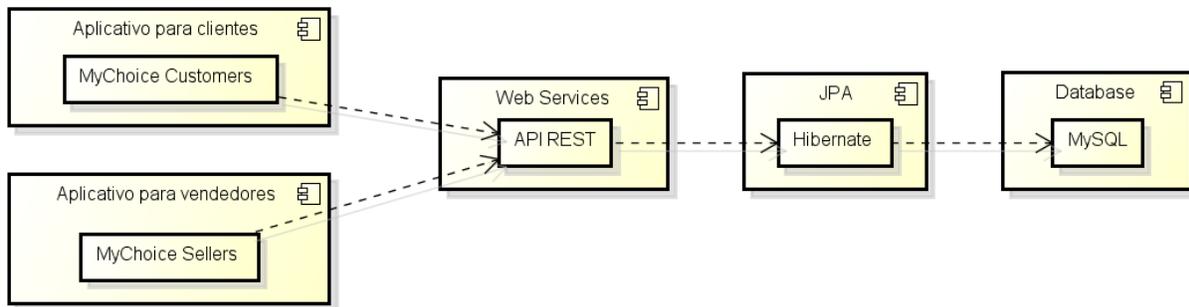


Figura 3.1: Diagrama de componentes

Como demonstra o diagrama de pacotes acima, é por meio dos web services que o aplicativos móveis e o banco de dados se comunicam.

Os aplicativos móveis e os web services se comunicam através de requisições HTTP, onde o dados contidos no corpo da requisição e resposta são representados em formato JSON. Já a comunicação entre web services e o banco de dados se dá a partir de instruções SQL. Esse processo é representado na figura 3.1.

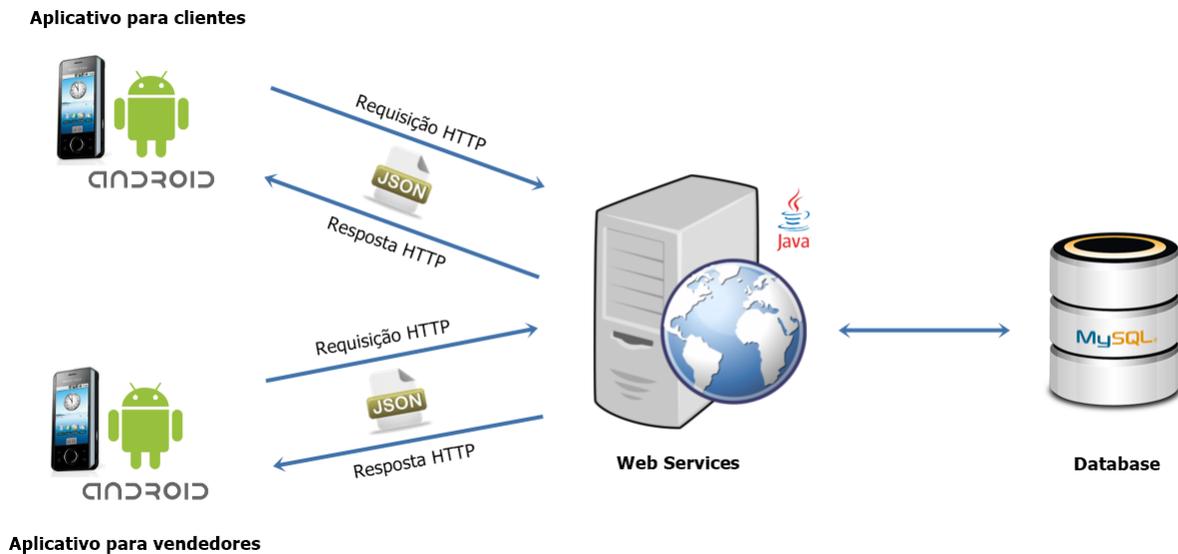


Figura 3.2: Comunicação entres componentes

Nas seções 3.2, 3.3 e 3.4, serão detalhados cada um dos elementos envolvidos.

## 3.2 Aplicativos móveis

Foram desenvolvidos dois aplicativos móveis para plataforma Android utilizando a linguagem de programação Java.

No Android, os aplicativos nativos e de terceiros são escritos com as mesmas APIs e executados no mesmo tempo de execução. Essas APIs apresentam acesso à hardware, gravação de vídeo, serviços baseados em localização, suporte para serviços em segundo plano, atividades baseados em mapas, bases de dados relacionais, comunicação entre aplicações, Bluetooth, NFC, e gráficos 2D e 3D Meier [21].

Para integrar os aplicativos android aos web services, foi utilizado o framework Volley, que é uma biblioteca Android para comunicação HTTP. Através dela é feita a comunicação entre aplicativos e web services.

### 3.2.1 Módulo principal

Este módulo é compartilhado pelos dois aplicativos desenvolvidos. O diagrama de pacote apresentado na figura 3.2.1 é descrito a seguir:

- **utils**: Contêm classes utilitárias, para tratar aspectos gerais, comuns a toda aplicação;
- **entities**: Contêm classes que representam as entidades do banco de dados;
- **services**: Contêm classes relacionadas à integração com os web services e possui dependência com os pacotes: **entities** e **utils**;
- **views**: Contêm classes relacionadas com a interface gráfica da aplicação e possui dependência com os pacotes: **entities**, **utils** e **services**. Tendo os seguintes subpacotes: **adapters** e **listeners**.

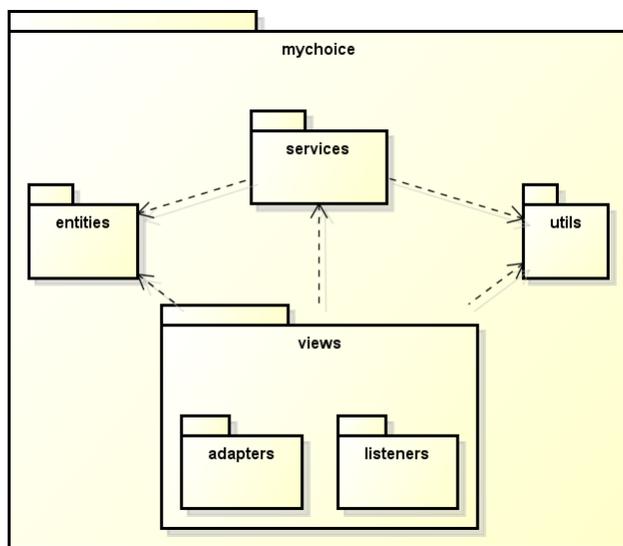


Figura 3.3: Diagrama de Pacotes - MyChoice

### 3.2.2 Aplicativo voltado para clientes

MyChoice Customers é um aplicativo voltado para clientes em leilões reversos. Ele tem dependência com módulo principal e com o módulo AHP, que representa o Processo Analítico Hierárquico (AHP).

O diagrama de pacote apresentado na figura 3.2.2 é descrito a seguir:

- views: Contêm classes relacionadas com a interface gráfica da aplicação, tendo os seguintes subpacotes: activities, fragments, adapters.

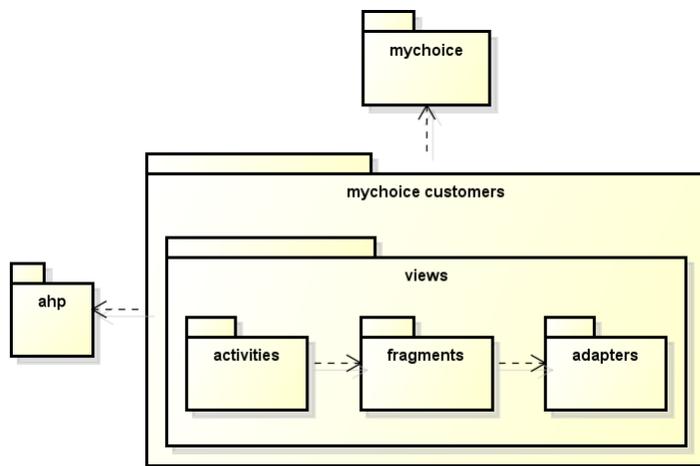


Figura 3.4: Diagrama de Pacotes - MyChoice Customers

### 3.2.3 Aplicativo voltado para vendedores

MyChoice Sellers é um aplicativo voltado para vendedores em leilões reversos. Ele tem dependência com módulo principal.

O diagrama de pacote apresentado na figura 3.2.3 é descrito a seguir:

- views: Contêm classes relacionadas com a interface gráfica da aplicação, tendo os seguintes subpacotes: activities, fragments, adapters.

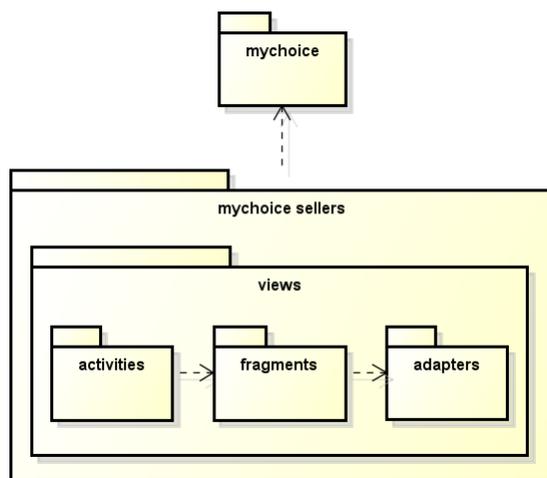


Figura 3.5: Diagrama de Pacotes - MyChoice Sellers

## 3.3 Web Services

Os web services foram desenvolvidos utilizando a linguagem de programação Java e os frameworks Jersey e Hibernate.

O diagrama de pacote apresentado na figura 3.3 é descrito a seguir:

- **utils**: Contêm classes utilitárias, para tratar aspectos gerais, comuns a toda aplicação;
- **entities**: Contêm classes que representam as entidades do banco de dados;
- **dao**: Contêm classes responsáveis pela persistência de dados e possui dependência com o pacote: **utils**;
- **services**: Contêm classes relacionadas à API REST e possui dependência com os pacotes: **entities**, **dao** e **utils**.

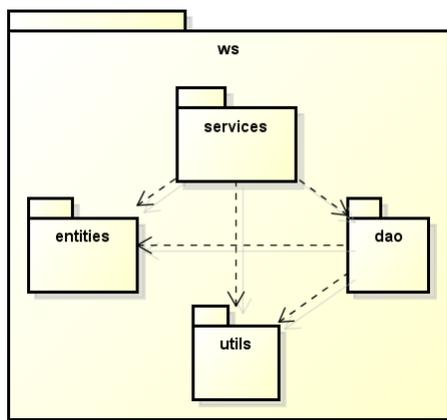


Figura 3.6: Diagrama de Pacotes - MyChoice Web service

### 3.3.1 API REST

Para desenvolver a API REST foi utilizado o framework Jersey, que é uma implementação da especificação JAX-RS. A especificação JAX-RS, segundo o autor Hadley and Sandoz [15], define um conjunto de APIs Java para desenvolvimento de web services construídos de acordo com o estilo arquitetural REST.

Para executar determinadas operações, os clientes usam métodos HTTP para representar as ações que desejam executar sobre um determinado recurso.

O Protocolo de Transferência de Hipertexto (HTTP - do inglês *Hypertext Transfer Protocol*), segundo Fielding et al. [12], é um protocolo de nível de aplicação para sistemas de informação de hipermídia, distribuídos e colaborativos. Ele define os métodos (OPTIONS, GET, HEAD, POST, PUT, DELETE, TRACE e CONNECT).

Os métodos suportados pela API desenvolvida são os seguintes: GET, POST, PUT e DELETE. Os dados transferidos são representados em formato JSON.

A figura 3.3.1 ilustra um serviço acessível a partir de uma requisição GET à URI: "http://ip-do-servidor:porta/MyChoiceWS/api/auctions/**auctionId**". Onde auctionId é o identificador do recurso a qual se quer obter.

```

@Path("/auctions")
public class AuctionService {

    private AuctionDao auctionDao = new AuctionJpaDao();

    @GET
    @Path("{auctionId}")
    @Produces(MediaType.APPLICATION_JSON)
    public Response show(@PathParam("auctionId") long auctionId) {
        final Auction auction = auctionDao.findById(auctionId);

        if (auction == null) {
            return Response.status(Response.Status.NOT_FOUND)
                .entity("Auction not found for auctionId: " + auctionId)
                .type(MediaType.APPLICATION_JSON).build();
        }

        return Response.status(Response.Status.OK)
            .entity(auction)
            .type(MediaType.APPLICATION_JSON).build();
    }

    // ...
}

```

Figura 3.7: Serviço acessível a partir de uma requisição GET

Foi escolhido representar o dados em formato JSON, pois, segundo json.org [17], JSON é uma formatação leve de troca de dados. Para seres humanos, é fácil de ler e escrever. Para máquinas, é fácil de interpretar e gerar.

Exemplo de um objeto da classe Auction, que representa um leilão, em formato JSON:

```

{
    "id":1,
    "title":"Novo Moto G DTV Colors",
    "description":"Dual Chip com TV Digital, Tela HD de 5 polegadas e 16GB.",
    "maxValue":800.00,

```

```
"pathPhoto": "auctions/1/photo.png",
"status": 3,
"dateOfCompletion": 1439607600000,
"categories": [
  {"id": 3, "name": "Eletrônicos"},
  {"id": 1, "name": "Telefonia"}
],
"user": {
  "id": 1,
  "username": "vrlc92",
  "firstname": "Victor",
  "lastname": "Lins",
  "email": "vrlc92@gmail.com",
  "birthDate": 1420509600000,
  "phone": "99999999",
  "city": "Recife",
  "state": "PE",
  "country": "BR",
  "pathPhoto": "users/1/photo.png"
}
}
```

O objeto é composto por informações de um leilão, como: título, descrição, imagem do produto, data de encerramento, categorias e o usuário a que ele está vinculado. Existem diversas bibliotecas que fazem conversão entre objetos Java e objetos JSON. Nos web services essa conversão foi feita a partir da biblioteca “org.codehaus.jettison.json”, enquanto que para os aplicativos móveis foi utilizada a biblioteca “org.json”, que já vem incluída no SDK do Android.

Como pode ser visto no trecho de código a seguir, um objeto da classe Category, que representa as categorias de um leilão, pode ser convertido em um objeto JSON da seguinte forma:

```
public static Category from(final JSONObject jsonObject) throws
    JSONException {
    final Long id = jsonObject.getLong("id");
    final String name = jsonObject.optString("name");
    return new Category(id, name);
}
```

### 3.3.2 Integração com o banco de dados

Para integrar os web services com o banco de dados foi utilizado o framework Hibernate com a especificação JPA.

Segundo IBM [16], a API de Persistência Java (JPA - do inglês *Java Persistence API*) representa uma simplificação do modelo de programação de persistência. A especificação JPA define explicitamente o mapeamento objeto-relacional, em vez de depender das implementações de mapeamento específicas do fornecedor. A JPA padroniza a importante tarefa de mapeamento objeto-relacional utilizando anotações ou o XML para mapear objetos em tabelas do banco de dados.

Segundo Keith and Schincariol [18], a técnica de fazer a ponte entre o modelo orientado à objetos e o modelo relacional é conhecida como mapeamento objeto-relacional. O termo vem da ideia de mapear os conceitos de um modelo para o outro, com o objetivo de introduzir um mediador para gerenciar a transformação automática.

A figura 3.3.2 ilustra o mapeamento objeto-relacional por meio de anotações para a classe Auction, que representa um leilão.

```
@Entity
@Table(name = "auctions")
public class Auction {
    @Id
    @GeneratedValue
    private long id;

    @ManyToOne
    @JoinColumn(name = "user_id", nullable = false)
    private User user;

    @Column(name = "title", nullable = false)
    private String title;

    @Column(name = "description", nullable = false)
    private String description;

    @Column(name = "max_value", nullable = false)
    private BigDecimal maxValue;

    @Column(name = "path_photo", nullable = false)
    private String pathPhoto;

    @Column(name = "status", nullable = false)
    private int status;

    @Temporal(TemporalType.DATE)
    @Column(name = "date_of_completion", nullable = false)
    private Calendar dateOfCompletion;

    // ...
}
```

Figura 3.8: Mapeamento objeto-relacional por meio de anotações



- 
- `users_stores`: Representa o relacionamento entre usuários e lojas, é onde é armazenada as avaliações das lojas feitas pelos os usuários;
  - `categories`: Representa as categorias de produtos ofertados;
  - `stores_categories`: Representa o relacionamento entre lojas e categorias, definindo com isso, para quais categorias de produtos as lojas vendem;
  - `auctions`: Representa os leilões;
  - `auctions_categories`: Representa o relacionamento entre os leilões e categorias, definindo com isso, as categorias dos produtos presentes nos leilões;
  - `bids`: Representa as propostas de um leilão.

# Capítulo 4

## Solução computacional

A solução computacional proposta é composta pelos seguintes elementos, que serão detalhados em seguida:

- Leilão Reverso multiatributo;
- Apoio à Decisão Multicritério;
- Análise de reputação;
- Serviços baseados em localização;
- Integração com Google Maps.

### 4.1 Leilão Reverso multiatributo

O sistema desenvolvido para leilão reverso que funciona da seguinte forma:

1. Quando o cliente precisar de algum produto, só será necessário se conectar ao aplicativo e cadastrar um novo leilão;
2. Todas as lojas cadastradas nas categorias do leilão poderão lhe enviar propostas;
3. O cliente poderá classificar as propostas e em seguida escolher a que melhor atende suas necessidades.

A principais funcionalidades podem ser visualizadas na diagrama de casos apresentado na figura 4.1.

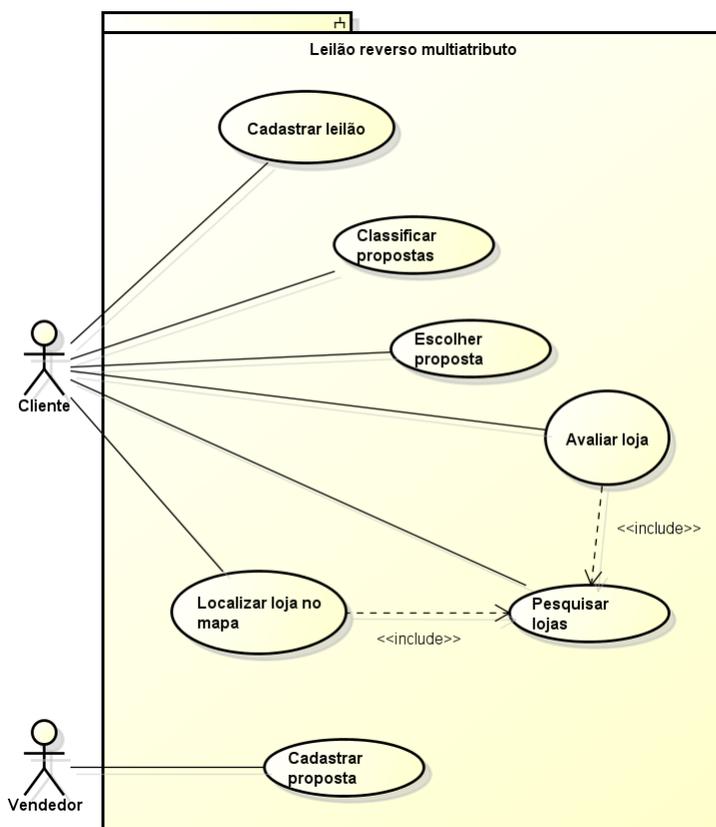


Figura 4.1: Diagrama de casos de uso

Nas subseções a seguir, serão apresentadas as funcionalidades de cadastro de leilão e proposta.

#### 4.1.1 Cadastro de um novo leilão

O cliente poderá, através do cadastro de um novo leilão, solicitar propostas para o produto desejado. Como pode ser visto nas figuras 4.2 e 4.3.



MyChoice Customers

AUCTIONS NEW AUCTION

Title Novo Moto G™ DTV Co

Description Dual Chip com TV Dig

Maximum value 850.00

Date of completion 20/07/2015

Categories Telefonia

Save

Figura 4.2: Cadastro de leilão



MyChoice Customers

AUCTION BIDS

**Novo Moto G™ DTV Colors**

Dual Chip com TV Digital, Tela HD de 5 polegadas e 16GB.

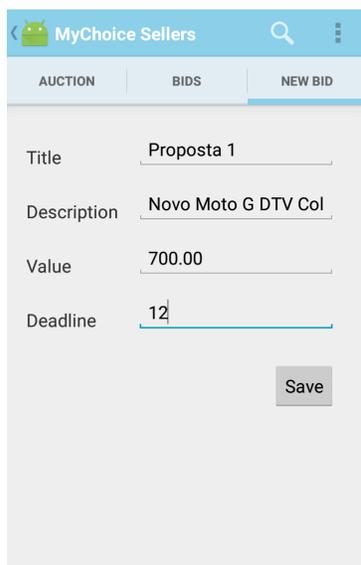
Max Value: 850,00

Close Edit

Figura 4.3: Visualização de leilão

### 4.1.2 Cadastro de uma nova proposta

Todas as lojas cadastradas nas mesmas categorias do leilão poderão cadastrar propostas, e posteriormente, o cliente poderá decidir qual escolher. Como pode ser visto nas figuras 4.4 e 4.5.



MyChoice Sellers

AUCTION BIDS NEW BID

Title Proposta 1

Description Novo Moto G DTV Col

Value 700.00

Deadline 12

Save

Figura 4.4: Cadastro de proposta



MyChoice Customers

BID AUCTION

**Proposta 1**

Novo Moto G DTV Colors

Value: 700,00

AMERICANAS

Choose

Figura 4.5: Visualização de proposta

## 4.2 Apoio à Decisão Multicritério

O método AHP foi escolhido dentre outros métodos de suporte a decisão por suas características, conforme discutido no capítulo 2. A escala utilizada no desenvolvimento do método AHP foi de 1,3,5,7,9, na prática isto é comum, pois é difícil um ser humano conseguir esta precisão na comparação.

Utilizaremos o mesmo exemplo apresentado na seção 2.3.1 para descrever o processo de priorização das propostas em um leilão reverso multiatributo. As propostas são apresentadas na tabela 4.2.

	Valor	Prazo	Reputação	Localização
Proposta 1	R\$ 700,00	12 dias	3 estrelas	9,4 KM
Proposta 2	R\$ 730,00	8 dias	4 estrelas	42,2 KM
Proposta 3	R\$ 800,00	5 dias	5 estrelas	26,68 KM

As figuras 4.6 e 4.7 exibem a primeira etapa do processo, onde o usuário poderá escolher o valor relativo da importância entre dois critérios.

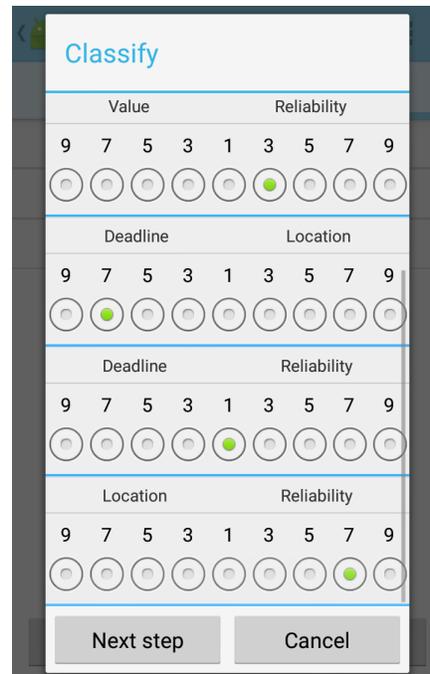
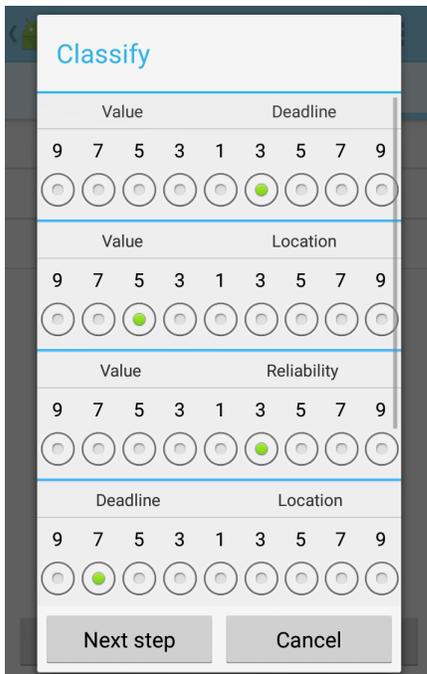


Figura 4.6: Comparações de critérios

Figura 4.7: Comparações de critérios

A partir das comparações par a par dos critérios é gerada a matriz de priorização relativa dos critérios, como pode ser visto na tabela 4.2.

Crítérios	Valor	Prazo	Reputação	Localização	Média Geométrica	Prioridade relativa
Valor	1	1/3	1/3	5	0,8633	0,1558
Prazo	3	1	1	7	2,1407	0,3864
Reputação	3	1	1	7	2,1407	0,3864
Localização	1/5	1/7	1/7	1	0,3956	0,0714
Total					5.5403	1

Enquanto que as figuras 4.8 e 4.9, exibem a segunda etapa do processo, onde o usuário escolhe o valor da importância relativa entre duas alternativas.

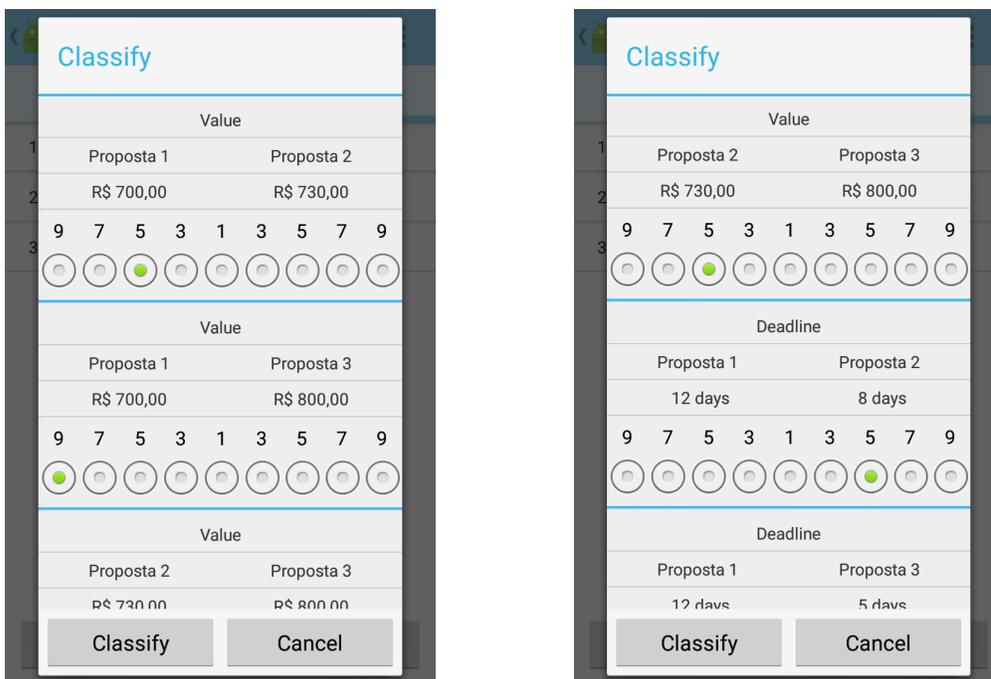


Figura 4.8: Comparações de alternativas Figura 4.9: Comparações de alternativas

A partir das comparações par a par das propostas é gerada a matriz de priorização das propostas segundo os critérios estabelecidos, como pode ser visto na tabela 4.2.

	Valor	Prazo	Reputação	Localização
Proposta 1	0,7352	0,1047	0,1047	0,6491
Proposta 2	0,2067	0,6370	0,2583	0,0719
Proposta 3	0,0581	0,2583	0,6370	0,2790

A tabela 4.2 representa o resultado da priorização obtida pela multiplicação das matrizes de prioridade dos critérios de cada proposta, pela matriz de prioridade dos critérios.

Propostas	Prioridade
Proposta 1	0,24180206
Proposta 2	0,38328144
Proposta 3	0,37491650

Vale ressaltar que toda a parte matemática ficará transparente para o usuário no uso do sistema desenvolvido. Após fazer todas as comparações, o sistema irá exibir as propostas priorizadas como mostra a figura 4.2.

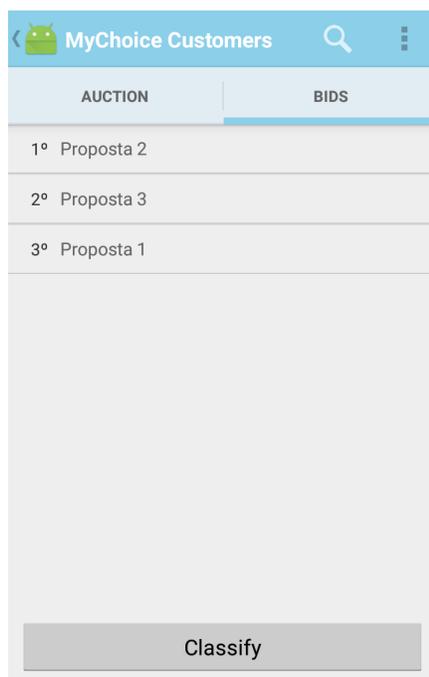


Figura 4.10: Propostas priorizadas

O método AHP foi desenvolvido seguindo a modelagem do diagrama de classes ilustrado na figura 4.2. A seguir é descrita cada classe.

- RatingScale: Representa as escalas de comparação entre pares de critérios e alternativas;
- Criterion: Representa o critério de comparação;
- Alternative: Representa a alternativa a ser priorizada;
- CriterionComparison: Representa a comparação de pares de critérios;
- AlternativeComparison: Representa a comparação de pares de alternativas;

- AHP: Representa o método de priorização AHP.

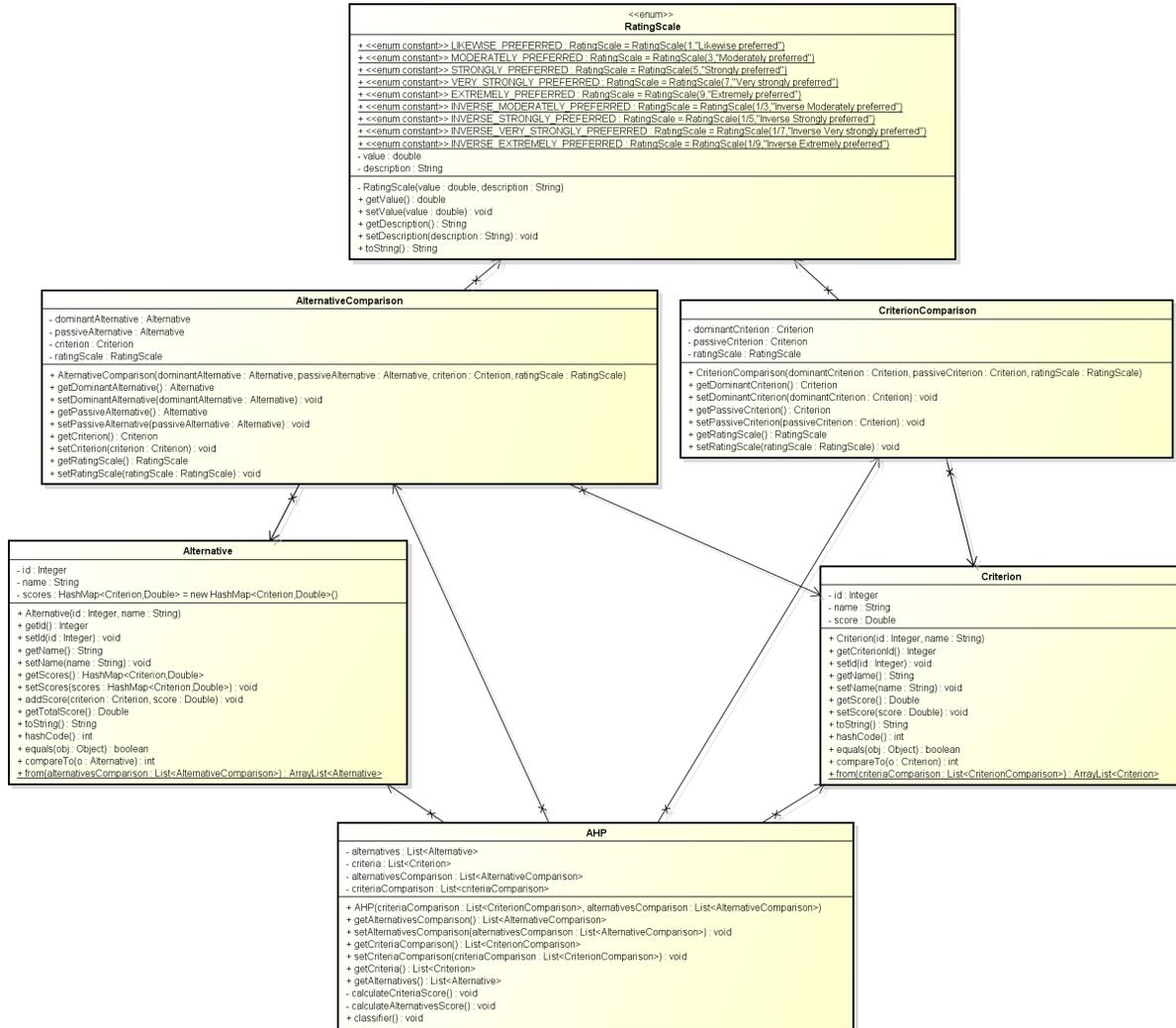


Figura 4.11: Diagrama de classes do módulo AHP

### 4.3 Análise de reputação

Cada loja poderá receber avaliações de zero a cinco estrelas pelos clientes. Sendo a quantidade de cinco estrelas, o maior grau de satisfação do cliente em relação a loja.

Essa avaliação é um modo de determinar o quanto a loja é confiável. Ela utilizada como critério para priorização das propostas, onde o usuário poderá definir o quão o critério de reputação é mais importante que outros critérios e em seguida definir o quão um proposta

de uma loja é mais confiável que outra, por meio da quantidade de avaliações e média de estrelas das lojas.

A avaliação feita pelo cliente pode ser visualizada na figura 4.3.



Figura 4.12: Visualização de loja

## 4.4 Mapas, Geocodificação e Serviços baseados em localização

A API do Android permite criar uma gama de aplicações baseadas em mapas que aproveitam a mobilidade de dispositivos Android. Sendo possível criar e controlar programaticamente interfaces de usuário interativas, que incluem o Google Maps.

Serviços baseados em localização do Android gerenciam tecnologias como GPS e serviços de localização do Google para determinar a posição atual do dispositivo.

Para combinar mapas com localizações, o Android inclui uma API de geocodificação que permite encontrar a partir de uma coordenada do mapa, um endereço, e a partir de um endereço, sua posição no mapa.

Nos aplicativos desenvolvidos, são utilizados serviços baseados em localização para calcular a distância entre a localização do cliente e da loja. A distância calculada serve tanto para

critério de busca de lojas próximas ao cliente como para critério de comparação no processo de seleção e priorização das propostas.

Na figura 4.4 é possível visualizar uma busca de lojas próximas ao cliente. Na aplicação, a distância de 10 quilômetros é definida por padrão para busca de lojas próximas, mas esse valor pode ser alterado nas configurações do usuário posteriormente.

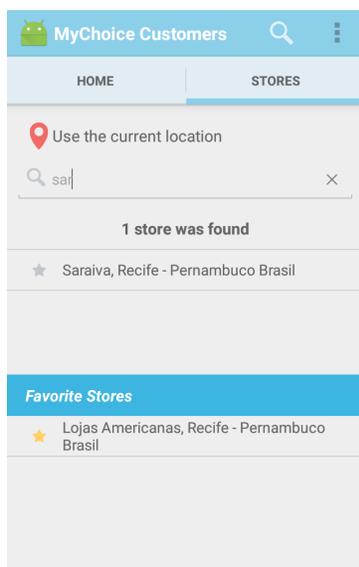


Figura 4.13: Busca de lojas

O Google Maps foi integrado à aplicação com objetivo de auxiliar o cliente a localizar lojas no mapa, bem como, traçar rotas até elas. Como pode ser visualizado na figura 4.4.



Figura 4.14: Localização de loja

# Capítulo 5

## Trabalhos correlatos

Este capítulo tem por objetivo apresentar trabalhos relacionados ao tema.

### 5.1 Leilões multiatributo

Foi identificado por experimentos levantados no trabalho do autor Bichler [4], que leilões multiatributo têm potencial para automatizar o processo de negociação entre cliente e vendedores. Mas é importante considerar alguns problemas que são presentes em leilões multiatributo. Por exemplo, em leilões multiatributo a licitação é mais complexa, já que não é óbvio considerar todos os atributos no momento da decisão. Com isso, é apropriado o uso ferramentas de apoio à decisão no caso de ter três ou mais atributos negociáveis.

### 5.2 Leilões reversos multiatributo

No trabalho de Chen-Ritzo et al. [8], foi descrito um mecanismo de leilão reverso multiatributo, considerando, além do preço, os atributos qualidade e prazo de entrega. Buscou-se demonstrar, por meio de experimentos, que a utilização de leilões reversos multiatributo são mais eficazes em atender as expectativas tanto do compradores quanto dos vendedores, em comparação a leilões reversos que usam um único atributo (preço).

Menezes et al. [22] buscou demonstrar a efetividade da utilização de leilões reversos baseados em múltiplos atributos, no comércio eletrônico, pela internet. O trabalho foi aplicado às compras públicas brasileira e concluiu-se que a utilização de uma abordagem de decisão multicritério contribuirá para um salto qualitativo e quantitativo na execução das compras públicas brasileiras, em níveis federal, estadual e municipal, proporcionando redução de custos e aumentando a qualidade dos bens e serviços adquiridos.

Enquanto que Teich et al. [29], descreveu um mecanismo de leilão reverso multiatributo projetado para leiloar vários blocos de um bem, principalmente em transações B2B. Sendo utilizado um componente de apoio à decisão baseado em preço para auxiliar o comprador a escolher a proposta com base no menor preço.

### 5.3 Métodos de Apoio à Decisão Multicritério

O trabalho apresentado por Perini et al. [23], descreveu um estudo empírico com o objetivo de comparar dois métodos de apoio à decisão multicritério, AHP e CBRank. A avaliação se concentrou em três medidas: a facilidade de utilização, o tempo gasto no processo e a precisão. O experimento foi realizado com 23 indivíduos experientes em um conjunto de 20 requisitos de um projeto real. Os resultados mostraram que para as primeiras duas características o CBRank superou o AHP, enquanto que para a exatidão o AHP teve melhor desempenho. Como observação final, os resultados indicaram que AHP deve ser preferido em relação ao CBRank em problemas onde a precisão da priorização tem grande importância e o número de requisitos é em cerca de 10, enquanto CBRank deve ser usado quando é crucial escolher entre a precisão do resultado e o tempo gasto no processo de definição das prioridades, tal como no caso de grande conjunto de requisitos.

Já no trabalho apresentado por Salomon and Montevechi [28], foi feito um estudo comparativo entre o AHP e outros métodos de decisão multicritérios, dentre eles, o método MACBETH. Como no método AHP, o MACBETH é composto por duas fases importantes, estruturação e avaliação. No entanto, há grandes diferenças na forma que as duas fases são realizadas. No MACBETH, os critérios de uma decisão – denominados de Ponto Vista – são “operacionalizados” por indicadores. Na fase de avaliação, eles são julgados aos pares como no AHP, utilizando-se de matrizes. As principais diferenças estão na escala a ser usada nos julgamentos e na validação desses julgamentos, que no MACBETH também pode ser

obtida através da verificação da consistência teórica e semântica. O MACBETH fornece uma verificação de consistência preliminar visual, uma vez que na matriz de julgamentos os valores da diferença de atratividade devem aumentar da esquerda para a direita e de baixo para cima, devido a uma necessária ordenação antes dos julgamentos.

## 5.4 Considerações finais

Existem diversos trabalhos sobre leilões reversos multiatributo e sobre apoio à decisão multicritério, mas poucos trabalhos tratam dos dois temas em conjunto.

A vantagem do trabalho desenvolvido com relação aos demais, foi de ter desenvolvido um sistema que possa otimizar o processo de negociação entre clientes e vendedores, e que possa, além disso, auxiliar o cliente a decidir qual proposta escolher. O trabalhos correlatos trataram da base teórica sobre os temas aqui expostos, enquanto que no presente trabalho foi desenvolvido uma solução computacional.

# Capítulo 6

## Conclusão e trabalhos futuros

Neste trabalho foi desenvolvido um sistema para leilão reverso multiatributo, que é composto de dois aplicativos Android e web services REST desenvolvidos em Java. Os web services foram utilizados para integrar os dois aplicativos, em que um deles é voltado para os clientes e o outro é voltado para os vendedores.

O sistema tem o intuito de auxiliar clientes na etapa de negociação com vendedores e posteriormente auxiliar na seleção e priorização de propostas. Para isso, foi desenvolvido o Processo Analítico Hierárquico (AHP), tendo como critérios: valor, prazo, localização e reputação.

A utilização do método AHP proporciona aos decisores uma ferramenta matemática que qualifica e quantifica as decisões, auxiliando o cliente a escolher a melhor oferta e justificar a sua escolha. O sistema permite que um usuário use-o de forma transparente, sem ter conhecimento do embasamento matemático, porém, tirando proveito desta técnica. Com uma grande quantidade de propostas, é necessário muitas comparações, fazendo com que o tempo gasto no processo seja cada vez maior.

Por sua vez, a integração com o Google Maps, permite que o cliente visualize a distância da sua localização aos vendedores, tracem rotas e ainda possam usar a distância como critério de priorização das propostas. Por fim, a análise de reputação permite priorizar propostas a partir da reputação dos vendedores.

Para os vendedores, espera-se que o sistema impulse novos negócios, dando a oportunidade de aumentar a receita e ter uma economia do tempo investido em vendas. Espera-se também que os dados coletados no leilão possam vir a ser usados pelos vendedores no futuro como

base estatística.

Com o desenvolvimento do trabalho, foram obtidos avanços no processo de negociação entre cliente e vendedor, assim como no processo de escolha da melhor proposta. O trabalho apresentado precisa experimentos práticos e estudos estatísticos, porém é esperado que o sistema desenvolvido beneficie tanto clientes quanto vendedores.

Trabalhos futuros incluem:

- Sugestão automática dos pesos para os critérios selecionados;
- Aplicação de outros métodos MCDA, permitindo que o usuário selecione qual deseja usar, ou mesmo selecionando automaticamente o método mais apropriado;
- Análise estatística dos resultados das seleções e priorizações, como forma de auxiliar vendedores a identificar em quais critérios eles são melhor aceitos e em quais é necessário melhorar.

# Referências Bibliográficas

- [1] Janos Aczél and Thomas L Saaty. Procedures for synthesizing ratio judgements. *Journal of mathematical Psychology*, 27(1):93–102, 1983.
- [2] Carlos A Bana, Jean-Marie De Corte, Jean-Claude Vansnick, et al. *On the mathematical foundation of MACBETH*. Springer, 2005.
- [3] Marie-Jo Bellosta, Imène Brigui, Sylvie Kornman, and Daniel Vanderpooten. A multi-criteria model for electronic auctions. In *Proceedings of the 2004 ACM symposium on Applied computing*, pages 759–765. ACM, 2004.
- [4] Martin Bichler. An experimental analysis of multi-attribute auctions. *Decision Support Systems*, 29(3):249–268, 2000.
- [5] Martin Bichler and Jayant Kalagnanam. Configurable offers and winner determination in multi-attribute auctions. *European Journal of Operational Research*, 160(2):380–394, 2005.
- [6] Buscapé, Acessado em 03/07/2015. URL <http://www.buscape.com.br/>.
- [7] John Carlton-Foss. Method and system for processing and transmitting electronic reverse auction information, November 11 2003. US Patent 6,647,373.
- [8] Ching-Hua Chen-Ritzo, Terry P Harrison, Anthony M Kwasnica, and Douglas J Thomas. Better, faster, cheaper: An experimental analysis of a multiattribute reverse auction mechanism with restricted information feedback. *Management Science*, 51(12), 2005.
- [9] Douglas Crockford. The application/json media type for javascript object notation (json). 2006.

- [10] Tiago de Jesus Neves. Arquitetura cliente-servidor, Acessado em 07/07/2015. URL <http://www.dsc.ufcg.edu.br/~jacques/cursos/apoo/html/proj1/proj2.htm/>.
- [11] Gianluca Dini, Fabio Martinelli, Ilaria Matteucci, Marinella Petrocchi, Andrea Saracino, and Daniele Sgandurra. Evaluating the trust of android applications through an adaptive and distributed multi-criteria approach. In *Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), 2013 12th IEEE International Conference on*. IEEE, 2013.
- [12] Roy Fielding, Jim Gettys, Jeffrey Mogul, Henrik Frystyk, Larry Masinter, Paul Leach, and Tim Berners-Lee. Hypertext transfer protocol-http/1.1, 1999.
- [13] Roy Thomas Fielding. *Architectural styles and the design of network-based software architectures*. PhD thesis, University of California, Irvine, 2000.
- [14] Google, Acessado em 03/07/2015. URL <http://www.google.com/shopping/>.
- [15] Marc Hadley and Paul Sandoz. Jax-rs: Java<sup>TM</sup> api for restful web services. *Java Specification Request (JSR)*, 311, 2009.
- [16] IBM. Java persistence api (jpa), Acessado em 24/05/2015. URL [http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEQTP\\_8.5.5/com.ibm.websphere.base.doc/ae/cejb\\_persistence.html](http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEQTP_8.5.5/com.ibm.websphere.base.doc/ae/cejb_persistence.html).
- [17] json.org. Introdução ao json, Acessado em 16/05/2015. URL <http://json.org/json-pt.html>.
- [18] Mike Keith and Merrick Schincariol. Introduction. In *Pro JPA 2*. Springer, 2013.
- [19] Philip Kotler. Administração de marketing. *Edição do novo milênio*. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- [20] Francis Berenger Machado and Luiz Paulo Maia. *Arquitetura de sistemas operacionais*, volume 4. LTC, 2004.
- [21] Reto Meier. *Professional Android 4 application development*. John Wiley & Sons, 2012.
- [22] Ronald do Amaral Menezes, Renaud Barbosa da Silva, and Alexandre Linhares. Leilões eletrônicos reversos multiatributo: uma abordagem de decisão multicritério aplicada às compras públicas brasileiras. *Revista de Administração Contemporânea*, 11(3), 2007.

- [23] Anna Perini, Filippo Ricca, and Angelo Susi. Tool-supported requirements prioritization: Comparing the ahp and cbrank methods. *Information and Software Technology*, 51(6), 2009.
- [24] PriceGrabber, Acessado em 03/07/2015. URL <http://www.pricegrabber.com/>.
- [25] Jinghai Rao and Xiaomeng Su. A survey of automated web service composition methods. In *Semantic Web Services and Web Process Composition*. Springer, 2005.
- [26] Thomas L Saaty. *What is the analytic hierarchy process?* Springer, 1988.
- [27] Thomas L Saaty. Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 2008.
- [28] Valério AP Salomon and José Arnaldo B Montevechi. A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision making methods: some cases developed in brazil. In *6th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Bern*, 2001.
- [29] Jeffrey E Teich, Hannele Wallenius, Jyrki Wallenius, and Alexander Zaitsev. A multi-attribute e-auction mechanism for procurement: Theoretical foundations. *European Journal of Operational Research*, 175(1):90–100, 2006.
- [30] Thompson SH Teo. Usage and effectiveness of online marketing tools among business-to-consumer (b2c) firms in singapore. *International journal of information management*, 25(3):203–213, 2005.
- [31] Zoom, Acessado em 03/07/2015. URL <http://www.zoom.com.br/>.