

Paulo Cesar Mendes Cardoso

*Serviço Baseado em Localização para
Acompanhamento do Agente na Fase de
Coleta de Amostras do Programa de
Monitoramento da Qualidade dos
Combustíveis da ANP*

São Luís

2012

Paulo Cesar Mendes Cardoso

*Serviço Baseado em Localização para
Acompanhamento do Agente na Fase de
Coleta de Amostras do Programa de
Monitoramento da Qualidade dos
Combustíveis da ANP*

Monografia apresentada ao curso de Ciência da Computação da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador:

Prof. Dr. Nilson Santos Costa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

São Luís

2012

Cardoso, Paulo Cesar Mendes.

Serviço baseado em localização para acompanhamento do agente na fase de coleta de amostras do programa de monitoramento da qualidade dos combustíveis da ANP / Paulo Cesar Mendes Cardoso. - São Luís, 2012.

75 f.

Impresso por computador (fotocópia).

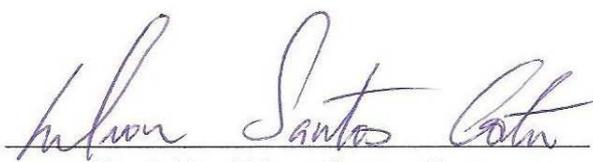
Orientador: Nilson Santos Costa.

Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Maranhão, Curso de Ciência da Computação, 2012.

1. Computação móvel. 2. Coleta de amostras de combustíveis. 3. Android. I. Título.

CDU 004

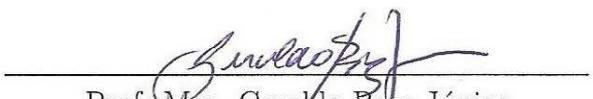
Monografia do Curso de Ciência da Computação sob o título *Serviço Baseado em Localização para Acompanhamento do Agente na Fase de Coleta de Amostras do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis da ANP*, defendida por *Paulo Cardoso* e aprovada em 29 de novembro de 2012, em São Luís, estado do Maranhão, pela banca examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Nilson Santos Costa
Orientador



Prof. Dr. Edmar Pereira Marques
Universidade Federal do Maranhão



Prof. Msc. Geraldo Braz Júnior
Universidade Federal do Maranhão

*“Comece fazendo o que é necessário,
depois o que é possível, e de repente
você estará fazendo o impossível.”*

São Francisco de Assis

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, ao meu glorioso Deus, pela possibilidade de concluir o curso, pelos obstáculos superados, além da força e perseverança extremamente necessários para alcançar os objetivos.

Aos meus pais, Benedito Cardoso e Dionice Mendes, pelos ensinamentos que foram determinantes para me tornar o homem de bem que sou hoje.

A minha amada esposa e companheira Suerle, pelo apoio e conforto em momentos difíceis, além da compreensão dada em várias ocasiões durante o curso, estando sempre ao meu lado.

Ao meu querido filho Saulo, razão da minha vida, pelos belos momentos compartilhados que renovavam minhas forças para encarar os desafios.

A minha tia Dulcinéia, pelo apoio à minha vida acadêmica, sempre demonstrando interesse pela mesma.

Ao meu querido tio Raimundo Paulo, o “Palico”, pelo carinho e pela ajuda durante o período inicial do curso.

A minha sogra D. Clara, pelo carinho demonstrado e pelas palavras proferidas com sabedoria nos corretos momentos da vida.

Aos amigos, Aline e André, pela amizade e pelo apoio durante a monografia.

Ao Prof. Nilson, por ter aceitado o convite para me orientar, mesmo com todas as responsabilidades e ocupações que tomam seu tempo dentro da universidade e fora dela, o meu muito obrigado.

Ao Prof. Geraldo e ao Prof. Edmar, por terem aceitado o convite para compor minha banca de monografia, meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Labidi, por ter me proporcionado o ambiente adequado para que eu pudesse iniciar minha vida de pesquisa.

A todos os meus companheiros do LSI, em especial ao Christian e ao Adriano pela

amizade, pelo incentivo e pelas conversas que tanto contribuíram para tornar agradável o ambiente de trabalho, ao Rafael Cunha e ao Alex pelo incentivo ao ingresso no mestrado.

Ao LAPQAP, na pessoa do Glênio Cavalcante, pela colaboração em fornecer informações muito necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que fosse concluído este trabalho.

Resumo

A fiscalização da qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil é de responsabilidade da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), sendo o órgão que regula e fiscaliza as atividades referentes a indústria de petróleo e biocombustíveis. Este órgão faz uso de tecnologias que possam tornar mais eficientes os métodos utilizados para proteger os interesses dos consumidores brasileiros quanto ao preço, qualidade e oferta desses produtos (Lei n^o 11.097/2005). A Universidade Federal do Maranhão (UFMA), através do Laboratório de Análise e Pesquisa em Química Analítica do Petróleo (LAPQAP) é a instituição conveniada responsável pela execução dos Programas de Monitoramento da Qualidade no Maranhão, dentre eles o Programas de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC). Nesse contexto e buscando sempre a melhoria de seus processos, o LAPQAP e o Laboratório de Sistemas Inteligentes (LSI) desenvolveram, em parceria, um protótipo que atua em uma das fases do PMQC, a fase de Coleta de Amostras de Combustíveis (CAC). Este protótipo é denominado de S-Rota possuindo como principais funções a realização do sorteio dos postos a serem fiscalizados e a geração da melhor rota entre estes postos para o agente coletor das amostras de combustíveis. Este produto possui um módulo gerenciado pelo administrador do sistema e outro módulo utilizado pelo agente coletor (BARRADAS, 2009). A proposta do presente trabalho é aprimorar o módulo coletor, de modo a possibilitar o acompanhamento do trajeto, em tempo real, pelo agente. Para isso foi criado um protótipo, compatível com dispositivos móveis, que utiliza uma plataforma robusta, apesar de nova, que vem se consolidando no mercado de smartphones: o Android. O presente trabalho aborda conceitos sobre computação móvel e serviços baseados em localização bem como de mecanismos do android que favorecem o desenvolvimento de aplicações móveis.

Palavras-chave: ANP, Coleta de Amostras de Combustíveis, S-Rota, Computação Móvel, Serviços Baseados em Localização, Coordenadas Geográficas, Android.

Abstract

Monitoring the quality of fuel sold in Brazil is the responsibility of the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP), the body that regulates and oversees the activities related to oil and biofuels. This body makes use of technologies that can make more efficient methods used to protect the interests of Brazilian consumers regarding price, quality and availability of these products (Law n° 11.097/2005). The Federal University of Maranhão (UFMA), through the Laboratory for Analysis and Research in Analytical Chemistry Petroleum (LAPQAP) is convening the institution responsible for the implementation of Quality Monitoring Programs in Maranhão, including the Program of Fuel Quality Monitoring (PMQC). In this context and always seeking to improve its processes, LAPQAP and Intelligent Systems Laboratory (LSI) developed, in partnership, a prototype that operates in a phase of PMQC Phase Sample Collection Fuels (CAC). This prototype is called S-Rota having as main functions of the draw stations to be monitored and generating the best route between the posts for the agent catcher samples of fuels. This product has a module managed by the system administrator and other modules used by the collector agent (BARRADAS, 2009). The purpose of this work is to improve the module collector, to enable tracking of the path in real time by the agent. For this we created a prototype compatible with mobile devices that uses a robust platform, though new, which has been consolidating in the smartphone market: Android. This paper discusses concepts of mobile computing and location based services as well as the android mechanisms that favor the development of mobile applications.

Keywords: ANP, Sample Collection Fuels, S-Rota, Mobile Computing, Location Based Services, Geographical Coordinates, Android.

Lista de Figuras

1	Preço Médio do Barril Importado US\$/bep (ANP, 2012c)	16
2	Distribuição da classificação API das amostras (ANP, 2012a)	22
3	Comparativo das não-conformidades em qualidade das amostras (ANP, 2012a)	23
4	Fase de análise das amostras	27
5	Casos de uso do Administrador (BARRADAS, 2009)	31
6	Casos de uso do Coletor (BARRADAS, 2009)	31
7	Diagrama de atividades (BARRADAS, 2009)	32
8	Diagrama de sequência (BARRADAS, 2009)	33
9	Estrutura do S-Rota (BARRADAS, 2009)	34
10	Página inicial do S-Rota	35
11	Tela de cadastro de postos	35
12	Tela de visualização da rota	36
13	Tela do S-PCV (RÊGO, 2010)	37
14	Arquivo XML	38
15	Arquitetura do Android (GOOGLE, 2012)	43
16	Ciclo de vida de uma Activity (GOOGLE, 2012)	46
17	Ciclo de vida de um Service (GOOGLE, 2012)	47
18	ContentProvider - modelo de abstração	49
19	Estrutura do S-Rota	51
20	Modelo de Casos de Uso - S-RotaView	53
21	Diagrama de Atividades - Verifica Disponibilidade da Rota	54
22	Diagrama de Atividades - Visualiza Postos no Mapa	54

23	Diagrama de Atividades - Detecta Área do Posto	55
24	Modelo de Classes simplificado - S-RotaView	55
25	Diagrama de Sequência - Verifica Disponibilidade da Rota	56
26	Diagrama de Sequência - Detecta Área do Posto	57
27	Tela de acesso ao S-RotaView	59
28	Visualização do Mapa – posição atual do dispositivo	60
29	Visualização do Mapa – cálculo do tempo de percurso	62
30	Arquivo XML - coordenadas dos postos	62
31	Visualização do Mapa – exibição da rota	63
32	Tela correspondente a situação da coleta	64

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
GNL	Gás Natural Liquefeito
GNC	Gás Natural Comprimido
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
PMQA	Programa de Monitoramento da Qualidade de Aditivos
PMQL	Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes
PMQC	Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
LAPQAP	Laboratório de Análises e Pesquisa em Química Analítica de Petróleo
DETQI	Departamento de Tecnologia Química
DEQUI	Departamento de Química
PML	Programa de Monitoramento dos Lubrificantes
CPT	Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas
API	American Petroleum Institute
SAE	Society of Automotive Engineers
CAC	Coleta das Amostras de Combustíveis
DANFE	Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica
ASTM	American Society for Testing and Materials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas

pH Potencial Hidrogeniônico

EAC Acetato de Etila

MQC Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis

LSI Laboratório de Sistemas Inteligentes

PCV Problema do Caixeiro Viajante

UML Unified Modeling Language

XML eXtensible Markup Language

HTML HyperText Markup Language

ACO Ant Colony Optimization

OHA Open Handset Alliance

GPS Global Positioning System

ASL Apache Software Licence

GPL General Public Licence

SGL Scalable Games Language

LBS Location Based Services

SMS Send Message Service

SDK Software Development Kit

ADT Android Development Tools

JDK Java Development Kit

JVM Java Virtual Machine

Sumário

1	Introdução	15
2	A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis	18
2.1	Campo de Atuação	18
2.2	Programas de Monitoramento da Qualidade	20
2.2.1	Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes	21
2.2.2	Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis	23
2.2.2.1	Coleta das Amostras dos Combustíveis	24
2.2.2.2	Análise Laboratorial das Amostras	26
2.2.2.3	Tratamento e Envio dos Dados	27
3	O Sistema S-Rota	28
3.1	Proposta do S-Rota	28
3.2	Modelagem do Sistema	29
3.2.1	Formulação Matemática	29
3.2.2	Modelo Computacional	30
3.2.2.1	Requisitos	30
3.2.2.2	Atividades	32
3.2.2.3	Interações	33
3.3	Implementação do Sistema	34
3.4	O Sistema S-PCV	36
3.4.1	Resultados	39

3.5	Resultados Alcançados com o S-Rota	39
4	A Plataforma Android	40
4.1	Considerações Iniciais	40
4.2	O Android	41
4.3	Arquitetura	42
4.4	Componentes	44
4.4.1	Activity	45
4.4.2	Service	46
4.4.3	BroadcastReceiver	48
4.4.4	ContentProvider	48
4.5	Desenvolvimento com Android	48
5	O S-Rota no Dispositivo Móvel: S-RotaView	50
5.1	Proposta do S-RotaView	50
5.2	Modelagem do Software	52
5.2.1	Visão Funcional	52
5.2.2	Visão Estática	55
5.2.3	Visão Dinâmica	56
5.3	Implementação do Software	57
6	Conclusão	65
	Referências	67
	Anexo A – Resolução ANP n° 8, de 9.2.2011 - DOU 10.2.2011	70
	Anexo B – Modelo de comprovante de coleta de amostras	75

1 *Introdução*

A qualidade do combustível que abastece um veículo tem influência direta no seu rendimento. Quando essa qualidade, por qualquer motivo, é comprometida pode ocasionar sérios transtornos ao seu proprietário como aumento de consumo, perda de potência do motor e até acidentes de trânsito.

Os postos de combustíveis são os revendedores varejistas autorizados a comercializar tal produto e têm o dever legal de oferecer um produto de qualidade ao consumidor. No entanto, não é isso que é observado em vários postos do país, conforme publicação ANP (2012d), incluindo postos do estado do Maranhão.

Além disso, a comercialização dos derivados do petróleo, a exemplo do diesel, álcool e gasolina, é um setor extremamente lucrativo, pois o valor do barril de petróleo está sempre oscilando mais positiva do que negativamente, refletindo no valor desses produtos, conforme mostrado na Figura 1. E esses fatos atraem olhares de muitos empresários, ou quaisquer outros que possuam capital para tal investimento, contribuindo dessa forma para o aumento da quantidade dos postos de combustíveis existentes.

Com o objetivo de fiscalizar a qualidade dos combustíveis comercializados no território nacional, agindo na defesa do consumidor, além de controlar o aumento da quantidade de postos a fim de evitar prejuízos ambientais cria-se, através do Decreto n° 2.455 de 14 de janeiro de 1998, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, a ANP.

Como parte da política nacional do petróleo para fiscalização, a ANP cria os programas de monitoramento da qualidade, que são três (ANEXO A): o Programa de Monitoramento da Qualidade de Aditivos (PMQA), o Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes (PMQL) e o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC). A ANP mantém convênio com instituições em todo o país para viabilizar a execução destes programas e a Universidade Federal do Maranhão (UFMA) é a instituição conveniada no estado (ANP, 2010a). A UFMA realiza o trabalho de fiscalização através do Laboratório de Análise e Pesquisa em Química Analítica do Petróleo, o LAPQAP, que

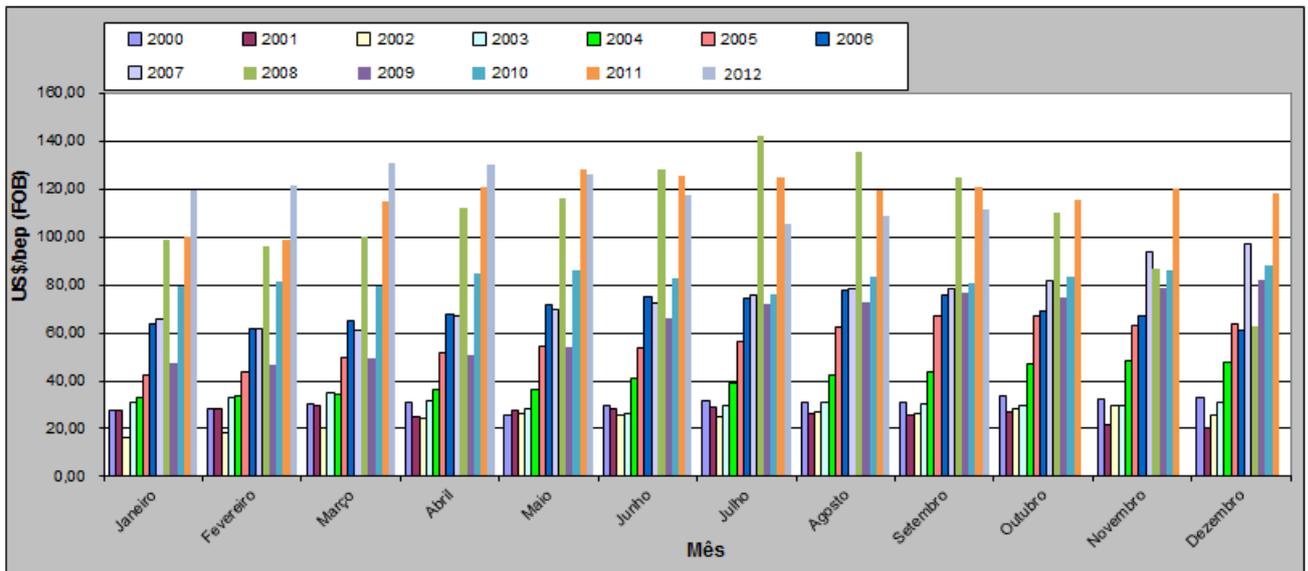


Figura 1: Preço Médio do Barril Importado US\$/bep (ANP, 2012c)

é o responsável pela execução dos três programas.

Em parceria com o LAPQAP, o Laboratório de Sistemas Inteligentes (LSI) idealizou um protótipo que trabalha em uma das fases do PMQC com o objetivo de automatizar parte do processo, o S-Rota. Foi desenvolvido, até o momento, a parte que executa num servidor remoto acessado através da web, correspondente ao módulo operado pelo usuário administrador do sistema. Este módulo possui várias funções e dentre elas está a geração de rotas, contendo um conjunto de postos a serem vistoriados, para que o agente coletor das amostras, designado pelo LAPQAP, possa se orientar no percurso. Esta rota é gerada baseada na abordagem da “heurística” da colônia de formigas, aplicada a um problema clássico, para obter uma rota otimizada.

O módulo operado pelo usuário administrador do S-Rota atende as necessidades do processo para o qual foi proposto. Porém o módulo coletor precisa de uma implementação mais robusta, que possibilite maior interação com o agente, oferecendo uma interface mais amigável eliminando o acesso via browser, para dar maior suporte ao agente coletor das amostras durante o percurso gerado.

Dessa forma este trabalho visa apresentar a idéia de um aplicativo móvel, que assista ao agente coletor em sua atividade.

O objetivo geral deste trabalho é:

- Desenvolver um protótipo que auxilie o agente coletor das amostras de combustíveis no trabalho de campo, dando suporte a sua localização em tempo real, fornecendo-

lhe maior interação com o software e dando maior segurança no processo de coleta.

Em seguida enumera-se os objetivos específicos deste trabalho:

1. Descrever o processo de monitoramento da qualidade dos combustíveis, enfatizando a fase de coleta de amostras;
2. Estudar a API da Plataforma Android que implementa as operações de localização geográfica;
3. Definir as ferramentas a serem adotadas;
4. Definir a estrutura do software e criar os modelos para resolução do problema.

Visando uma boa estruturação do conteúdo, favorecendo a compreensão do tema, este trabalho está organizado da seguinte forma:

- No capítulo primeiro, apresenta-se uma descrição geral sobre o tema abordado contendo a motivação do trabalho, o objetivo geral e os objetivos específicos;
- No capítulo segundo, apresenta-se a ANP com os principais pontos que possam deixar claro sua área de atuação e suas atividades desenvolvidas;
- No capítulo terceiro, expõe-se o S-Rota com todas as suas funcionalidades e o processo que o deu origem;
- No capítulo quarto, discorre-se sobre o Android, plataforma utilizada para o desenvolvimento do produto deste trabalho. Aborda-se principalmente seus conceitos e suas ferramentas que dão suporte à criação de aplicativos móveis;
- No capítulo quinto, apresenta-se o protótipo proposto neste trabalho;
- No capítulo sexto, tem-se a conclusão com as considerações finais.

2 A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Neste capítulo será feita uma exposição sobre a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, órgão responsável pela política nacional para a indústria do petróleo e seus derivados. Introdutoriamente será apresentada uma visão geral deste órgão com seus objetivos, atribuições, atividades e investimentos na área de P&D.

Uma das principais medidas adotadas pela política desta agência foi a instituição de programas para a fiscalização da qualidade de produtos como lubrificantes e combustíveis que, para uma melhor compreensão do assunto, também serão abordados neste capítulo.

2.1 Campo de Atuação

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) foi instituída pelo Decreto *n*° 2.455, de 14 de janeiro de 1998, como órgão nacional responsável pelas atividades referentes a indústria de petróleo e gás e de biocombustíveis.

Foi criada com três finalidades:

- Regular - criar normas através de portarias, instruções normativas e resoluções;
- Contratar - abrir processos de licitações e manter contratos em nome da União com os concessionários em atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural;
- Fiscalizar - monitorar e fazer cumprir a lei, podendo ser feito em parceria com outros órgãos públicos.

Dentre algumas de suas atribuições, a ANP deve (ANP, 2010b):

- autorizar e fiscalizar as atividades referentes à produção, estocagem, importação e exportação do biodiesel;
- determinar as especificações técnicas dos derivados de petróleo, gás natural e dos biocombustíveis e realizar constante monitoramento da qualidade desses produtos nos pontos-de-venda;
- promover estudos geofísicos e geológicos para identificação de potencial petrolífero, além de regular a execução desses trabalhos, manter e organizar o acervo de informações;
- autorizar e fiscalizar as atividades de refino, processamento, transporte, importação e exportação de petróleo e gás natural;
- acompanhar a dinâmica dos preços dos combustíveis e comunicar aos órgãos de defesa da concorrência sobre indícios de infrações contra a ordem econômica.

Para implementação da política nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis, a ANP atua nos segmentos de exploração e produção realizando estudos para descobrimento e demarcação de áreas para exploração, bem como abrindo processos de licitações para concessões dessas áreas, além de fiscalizar a conformidade dos concessionários em relação aos contratos (ANP, 2010b). Nestes contratos são fixadas duas fases. Uma dessas fases é a exploração, onde as empresas buscam petróleo e gás avaliando a viabilidade comercial. A outra fase corresponde à de produção na qual as empresas submetem um plano de desenvolvimento com previsão de custos à ANP para que se possa iniciar o processo de produção.

A agência atua também no refino, processamento, armazenamento e transporte. Por meio da ANP empresas são autorizadas a operar na construção e ampliação de refinarias, instalações de processamento de gás natural, instalações de armazenamento e transporte de petróleo e gás natural, inclusive o gás natural liquefeito (GNL). A ANP também autoriza estas empresas a importar e exportar petróleo, gás natural e biodiesel, além das atividades de distribuição de gás natural comprimido (GNC) e de GNL e também das atividades de produção e estocagem de biodiesel.

Outro segmento de atuação da ANP é a distribuição e revenda. Regula a distribuição, revenda, importação e exportação de combustíveis líquidos, gás liquefeito de petróleo (GLP), lubrificantes e solventes. Estabelece as especificações dos produtos, acompanha

a qualidade e os preços no mercado, além de fiscalizar e tomar medidas para coibir infrações ou irregularidades na comercialização, atuando em parceria com a Polícia Federal, Ministério Público, Corpo de Bombeiros, secretarias estaduais e prefeituras de capitais (ANP, 2010b).

Segundo ANP (2010b), “os contratos de concessão firmados pela ANP incluem cláusula que reserva 1% da receita bruta gerada pelos campos com grande rentabilidade, ou com grande volume de produção, a projetos e programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico”. Isso evidencia a sensibilidade da ANP com a questão da P&D. Os critérios para aplicação dos recursos e as despesas que poderão ser consideradas como de P&D são estabelecidas pela Resolução ANP *n*° 33/2005 e pelo Regulamento Técnico ANP *n*° 05/2005 (ANP, 2011b).

2.2 Programas de Monitoramento da Qualidade

De acordo com o Art. 8° da Lei n° 9.478/1997, uma das atribuições da ANP é defender o consumidor de possíveis abusos em relação à qualidade dos derivados do petróleo comercializados no Brasil. Para que consiga cumprir essa determinação a agência criou programas para fazer o monitoramento dos postos de combustíveis fiscalizando a qualidade de produtos como gasolina, etanol, óleo diesel e óleos lubrificantes.

A revenda de combustíveis é uma atividade de utilidade pública, regulamentada pela Lei 9.847/99 e exercida por postos revendedores que tenham registro de revendedor varejista expedido pela ANP, conforme os termos da Portaria ANP n° 116, de 05/07/2000, modificada pela Resolução n° 15, de 14/05/2007. (ANP, 2011a, p. 5).

São alguns dos deveres dos postos revendedores (ANP, 2011a):

- Ter registro de revendedor varejista de combustíveis automotivos;
- Adquirir combustíveis automotivos de distribuidoras autorizadas;
- Informar corretamente sobre a venda da mistura óleo diesel-biodiesel;
- Adotar medidas de segurança;
- Providenciar amostra-testemunha;
- Garantir a qualidade do combustível comercializado;

- Realizar análise dos produtos recebidos no posto;
- Manter no posto o Livro de Movimentação de Combustíveis;
- Realizar teste de qualidade de produtos a pedido do consumidor.

Pode-se citar como programas para monitoramento da qualidade criados pela ANP (ANEXO A) o Programa de Monitoramento da Qualidade de Aditivos (PMQA), o Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes (PMQL) e o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis Líquidos (PMQC). Através destes programas a ANP realiza fiscalizações que subsidiam ações dos ministérios públicos, procons e secretarias de fazenda conveniadas.

No entanto, para realizar essa fiscalização a ANP mantém convênio com diversos órgãos no país, tendo como representante no estado do Maranhão a Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Na UFMA o setor responsável pela execução destes programas é o Laboratório de Análises e Pesquisa em Química Analítica de Petróleo (LAPQAP), vinculado ao Departamento de Tecnologia Química (DETQI) e ao Departamento de Química (DEQUI), tendo como principais funções, segundo o LAPQAP (2011), “a avaliação da qualidade de combustíveis e o desenvolvimento de pesquisa nas áreas de Química Analítica de Petróleo e Combustíveis”.

2.2.1 Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes

Criado em janeiro de 2006 para monitorar a qualidade dos óleos e graxas lubrificantes para motores automotivos, o Programa de Monitoramento da Qualidade de Lubrificantes (PMQL), passando a se chamar Programa de Monitoramento dos Lubrificantes (PML) a partir de julho/agosto de 2011, vem se mostrando uma ferramenta alternativa no mapeamento da qualidade dos lubrificantes comercializados no mercado revendedor (ANP, 2012a).

A coleta das amostras é realizada em postos de combustível, supermercados, lojas de autopeças, oficinas mecânicas, concessionárias de veículos, distribuidores e atacadistas. A coleta confere à análise maior grau de confiabilidade, pois as conclusões se baseiam num universo maior de dados (ANP, 2012a).

O PML utiliza as mesmas instalações físicas do PMQC (correspondente às instituições e centros de pesquisa que mantém contrato com a ANP), porém a análise das amostras se

concentra no laboratório próprio da ANP, o Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas (CPT).

Após os testes realizados com as amostras coletadas são analisados dois pontos para a apresentação dos resultados:

- Nível de desempenho / Classificação API - neste item é analisado o perfil de distribuição da classificação API das amostras coletadas (ANP, 2012a). De acordo com a Figura 2, as amostras de óleos lubrificantes multiuso representaram 20,3% das amostras coletadas com registro na ANP. Da mesma forma se dá a interpretação dos resultados de todas as outras amostras.

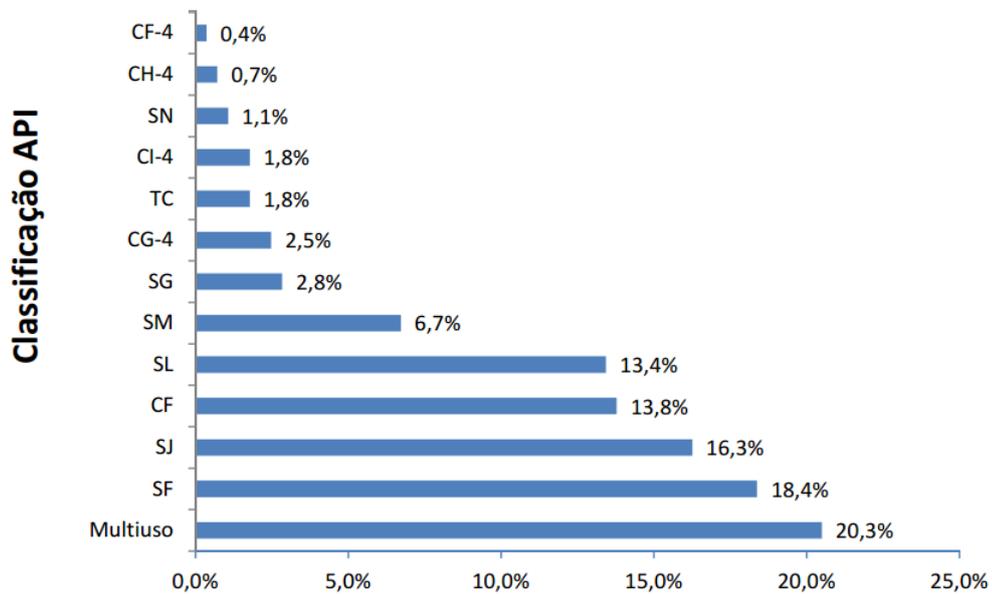


Figura 2: Distribuição da classificação API das amostras (ANP, 2012a)

- Grau SAE - a análise do Grau SAE avalia as não-conformidades das amostras em relação a três itens:
 - Registro - verifica-se o cadastro da empresa e do produto na ANP;
 - Rótulo - verifica-se a existência de informações requeridas na legislação, informando a origem e as características do produto;
 - Qualidade - avalia-se a qualidade da amostra em consonância com os dados dos produtos (ver Figura 3).



Figura 3: Comparativo das não-conformidades em qualidade das amostras (ANP, 2012a)

2.2.2 Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis

Criado em 1998 e regulamentado pela Resolução ANP nº 8, de 9 de fevereiro de 2011, revogando a Resolução ANP nº 29, de 26/10/2006, o Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis foi instituído com a finalidade de identificar a existência de produtos que não atendam às especificações técnicas da ANP (ANP, 2010a). Para isso conta com o apoio de vários órgãos que mantêm contrato com a agência espalhados pelas unidades federativas do país:

- CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
- CPT ANP - Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas da ANP
- IPT/SP - Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
- IPTB – Inst. de Pesquisas Tecnológicas de Blumenau
- PUC/RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
- UFAM – Universidade Federal do Amazonas
- UFC – Universidade Federal do Ceará
- UFMA - Universidade Federal do Maranhão
- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
- UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
- UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso
- UFPA – Universidade Federal do Pará

- UFPB – Universidade Federal da Paraíba
- UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
- UFPI - Universidade Federal do Piauí
- UFPR - Universidade Federal do Paraná
- UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
- UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos
- UNESP – Universidade Estadual Paulista
- UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
- UNIFACS – Universidade Salvador

A análise das amostras é realizada em todas as instituições contratadas pela ANP, utilizando vários parâmetros técnicos, e essas instituições são vistoriadas periodicamente.

A ANP divide o PMQC em três fases, ditando também as especificações do processo, contudo cada instituição tem liberdade para utilizar ferramentas e métodos próprios, desde que atendam a regulamentação da ANP (BARRADAS, 2009). Estas fases referem-se a coleta das amostras, a análise destas amostras e ao tratamento e envio dos dados da análise, que serão detalhadas a seguir.

2.2.2.1 Coleta das Amostras dos Combustíveis

Esta é a fase inicial de todo o processo. A Coleta das Amostras de Combustíveis (CAC) se caracteriza pela obtenção das amostras oriundas dos postos vistoriados.

O LAPQAP, com o objetivo de facilitar suas atividades, dividiu o estado do Maranhão em quatro regiões. De acordo com a identificação proposta por Barradas (2009) as regiões são:

- Região 1 - São Luís, São José de Ribamar e Raposa;
- Região 2 - Bacabal, Presidente Dutra, Caxias, Timon e municípios próximos;

- Região 3 - Barra do Corda, Imperatriz, Grajaú e municípios vizinhos;
- Região 4 - Açailândia, Santa Inês, Itapecuru Mirim entre outros.

O primeiro passo no processo de CAC é a seleção da região que será vistoriada. O LAPQAP realiza essa escolha da seguinte forma: na primeira semana é a Região 1, na semana seguinte é a Região 2, e nas próximas semanas são as Região 3 e Região 4 respectivamente. Após a escolha da região a ser vistoriada durante semana, segue-se no processo com a seleção dos postos.

De acordo com instruções da ANP, estes sorteios devem selecionar apenas 10% do total de postos. Dessa forma o LAPQAP sorteia apenas 10% dos postos, pertencentes à região escolhida, para fiscalizar naquela semana. Na seleção destes postos três critérios são considerados:

- Qualidade dos combustíveis;
- Documentação;
- Distância.

A qualidade dos combustíveis refere-se a três tipos: álcool, diesel e gasolina. Observando o resultado da análise da última coleta realizada em cada posto o LAPQAP seleciona os postos com menores percentuais de conformidade e prioriza-os na relação dos postos que serão vistoriados.

O critério de documentação diz respeito à situação dos documentos apresentados pelo posto durante a inspeção. Se houver algum documento irregular a ANP é informada e o posto se torna uma das prioridades do trajeto, quando a região a qual pertence for selecionada para vistoria.

Para o critério de distância verifica-se os postos da região selecionada e se atribui uma ordem de visita aos postos sorteados. No entanto esta ordem não se define de qualquer maneira. A escolha do próximo posto a vistoriar se faz considerando o posto mais próximo do atual, ou seja, aquele que possui a menor distância para percorrer, ressaltando que toda essa análise de distância é feita com base em observações de mapas impressos.

Após a escolha do critério monta-se o trajeto baseado no critério adotado. Ao iniciar o trajeto, a partir da UFMA/LAPQAP, o agente coletor dirige-se aos postos sorteados, seguindo a rota preestabelecida.

Os postos são obrigados a apresentar as notas fiscais e/ou o Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica (DANFE) referente à aquisição dos combustíveis ou de quaisquer outros produtos de responsabilidade da ANP (ANEXO A) e os critérios de coleta de amostras são estabelecidos pela mesma no contrato administrativo de prestação de serviços com a UFMA/LAPQAP.

2.2.2.2 Análise Laboratorial das Amostras

A fase de análise das amostras é realizada com base em três tipos de combustíveis: álcool, diesel e gasolina. O passo inicial é o preenchimento do formulário de análise de amostra de combustível (ver Figura 4) com os seguintes dados (BARRADAS, 2009):

- Produto;
- Identificação da amostra;
- Região;
- Data da coleta;
- Data da entrega;
- Data da análise;
- Responsável pela coleta;
- Analistas.

Após o preenchimento do formulário são realizados os testes de acordo com o combustível. Com exceção dos ensaios relativos ao Aspecto da Amostra, Cor e Octanagem, todos os testes seguem os métodos ASTM e ABNT.

Em relação ao etanol são realizados os ensaios relativos ao Aspecto da Amostra, Cor, Massa Específica e Teor Alcoólico, Condutividade Elétrica e Potencial Hidrogeniônico (pH). Referente ao diesel os ensaios realizados são Aspecto, Cor ASTM, Massa Específica, Destilação, Ponto de Fulgor, Enxofre e Índice de Cetano. Nos testes com a gasolina são utilizados Aspecto, Teor de EAC, Massa Específica, Destilação, Octanagem e Benzeno (ANP, 2012b).

Os ensaios citados nesta seção não serão detalhados, tendo em vista que a fase de Análise das Amostras não é a fase do PMQC contemplada pelos softwares presentes neste trabalho.

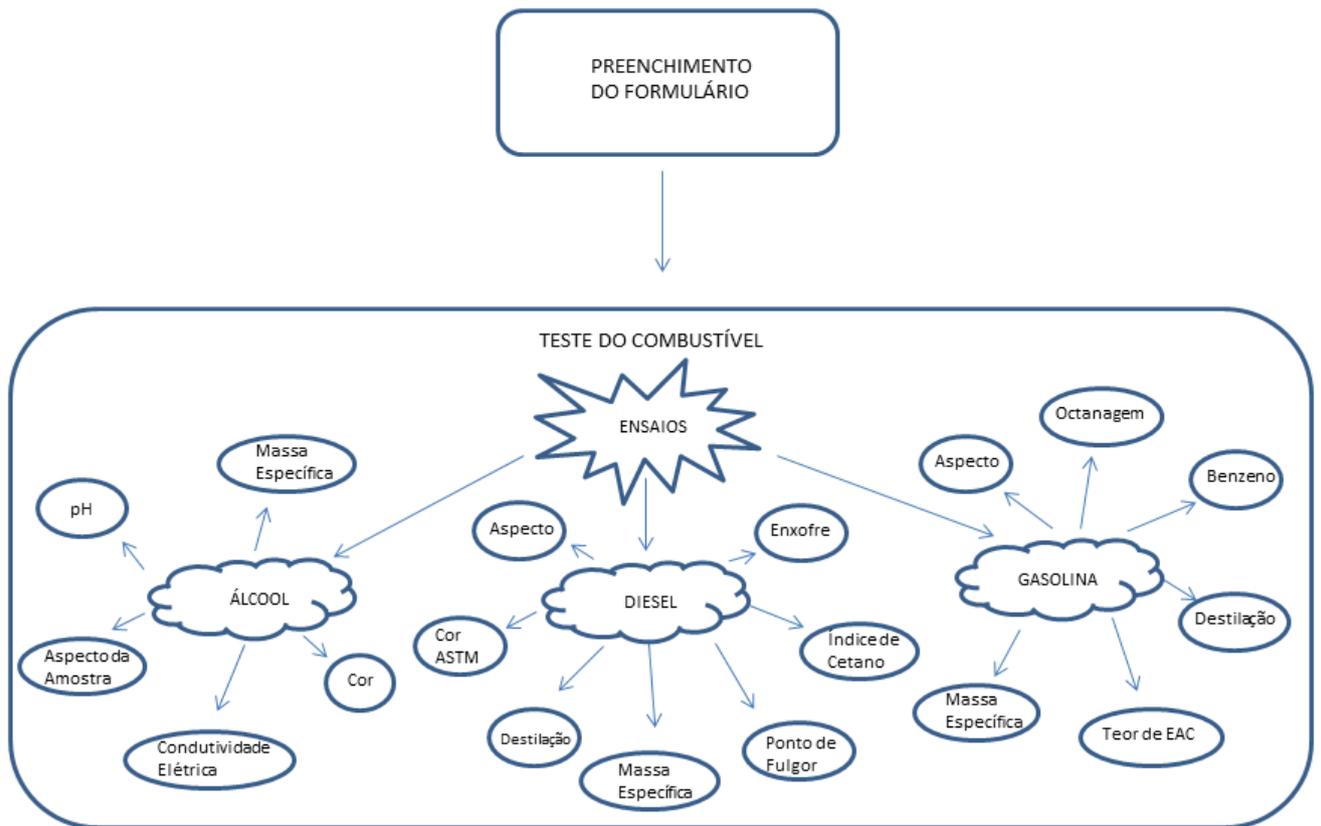


Figura 4: Fase de análise das amostras

As amostras não podem ser reprovadas em nenhum dos ensaios mencionados. Caso haja a reprovação em, pelo menos, um único teste a ANP será notificada e tomará as medidas cabíveis.

2.2.2.3 Tratamento e Envio dos Dados

Esta fase do PMQC tem como insumo os formulários com os resultados das análises realizadas na fase anterior.

Com as informações presentes nesse formulário alimenta-se o software MQC (Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis) manualmente. Este software é responsável pelo envio dos dados à ANP, onde estas informações são enviadas mensalmente. Com o envio destas informações o processo é finalizado e inicia-se no mês seguinte novamente com outro grupo de postos.

3 O Sistema S-Rota

Neste capítulo será apresentado o software S-Rota, resultado da parceria entre o Laboratório de Sistemas Inteligentes (LSI) e o LAPQAP. O S-Rota é um protótipo, criado em 2009, que foi desenvolvido inicialmente para atuar no processo de CAC auxiliando os técnicos do LAPQAP no desenvolvimento de suas atividades. O S-Rota contempla essencialmente, através do módulo operado pelo usuário administrador, a realização dos sorteios e a geração das rotas a serem seguidas pelo agente coletor das amostras de combustíveis.

Para compreensão deste software serão descritos os modelos utilizados na criação do protótipo. Posteriormente será abordado o algoritmo de geração das rotas e as melhorias obtidas através de testes de desempenho. Também serão apresentadas as principais telas de interação com os usuários e por fim os resultados esperados com a aplicação do software.

3.1 Proposta do S-Rota

Para realizar a fase de CAC do PMQC é necessário que se tenha a lista dos postos de combustíveis a serem vistoriados. Com isso surge um problema: diante de um universo de postos, como saber quais postos devem ser vistoriados? Conforme visto no capítulo segundo deste trabalho o LAPQAP dividiu o estado do Maranhão em quatro regiões para simplificar o problema. A ANP solicita às instituições contratadas que se realize um sorteio para seleção dos postos a serem vistoriados (BARRADAS, 2009). Como realizar esse sorteio entre os postos? De posse da lista de postos como obter a melhor rota entre estes postos?

O LAPQAP contorna esses problemas de forma manual. A realização do sorteio se dá através de planilhas eletrônicas utilizando macros. Este sorteio não apresenta comportamento estocástico, ou seja, segue um tipo de sequência para os agentes coletores, sendo na realidade um pseudo-sorteio.

O S-Rota vem com a proposta de semiautomatizar o processo de CAC (BARRADAS, 2009), que inclui as etapas de obtenção da lista de postos através de sorteio e elaboração do menor caminho (rota) entre os postos. Dessa forma essa tarefa mensal seria realizada por um sistema computacional de forma segura, pois além do sorteio ser totalmente aleatório também determinaria a rota dos postos a ser seguida pelo agente coletor.

3.2 Modelagem do Sistema

A busca do menor caminho é um problema clássico presente na computação e bastante abordado na literatura. Observando o presente cenário, o problema foi modelado como Problema do Caixeiro Viajante (PCV). O PCV consiste em, dado um conjunto de cidades, visitar todas as cidades e retornar para a cidade inicial visitando todas as outras somente uma vez no menor percurso possível (RÊGO, 2010). Utiliza-se teoria dos grafos para representar esse problema.

Para solucionar o PCV foi utilizado um algoritmo baseado na heurística da colônia de formigas. Segundo Lawrence e Sewell (1997), os métodos heurísticos surgem como um meio eficiente para atingir soluções aceitáveis sem grandes esforços computacionais. O algoritmo de otimização da colônia de formigas é, na verdade, uma meta-heurística baseada em uma população de agentes, representada por formigas, que utilizam técnicas de adaptação e cooperação. A idéia central dessa meta-heurística é a comunicação indireta através de um trajeto de feromônios entre os agentes (BARRADAS, 2009).

3.2.1 Formulação Matemática

Para a elaboração da melhor rota o S-Rota baseia-se em formulações matemáticas para obter resultados mais confiáveis. A formulação da colônia de formigas é dada em (3.1):

$$p_{ij}^k(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in N_i^k} (\tau_{il})^\alpha \cdot (\eta_{il})^\beta}, & \text{se } j \in N_k(l) \\ 0, & \text{outros casos} \end{cases} \quad (3.1)$$

A equação (3.1) representa a possibilidade da formiga k , que está na cidade i , escolher como próxima cidade do percurso a cidade j . Nesta equação o t representa a quantidade de feromônio presente no caminho (i, j) , o η_{ij} significa a visibilidade da cidade j em

relação a cidade i , α e β são parâmetros para determinar a influência do feromônio e da informação heurística. Ao longo da trilha de i até j a formiga deposita uma substância, segundo Coelho e Neto (2004), definida em (3.2):

$$\Delta\tau_{ij}^k = \begin{cases} \frac{Q}{L_k}, & \text{se } k\text{-ésima formiga usa a trilha } (i, j) \text{ no seu tour} \\ 0, & \text{outros casos} \end{cases} \quad (3.2)$$

onde Q é a constante de projeto e L_k é o tamanho da trilha da k -ésima formiga.

3.2.2 Modelo Computacional

Um modelo de software é uma abstração do sistema proposto que representa seu planejamento e sua estrutura em linguagem gráfica. Para a modelagem computacional optou-se pela utilização da Linguagem de Marcação Unificada (UML) para representar os diagramas que compõem o modelo do software.

3.2.2.1 Requisitos

Inicialmente se faz o levantamento dos requisitos presentes no domínio do problema. Para representar os requisitos e quais tipos de usuários irão interagir com eles utiliza-se, na UML, o diagrama de casos de uso. Neste tipo de diagrama os usuários do sistema são chamados de atores e os requisitos, representados de forma geral (sem especificações), são chamados de casos de uso.

O S-Rota possui dois atores: administrador e coletor. O usuário administrador é responsável pela manutenção dos dados utilizados no software e o usuário coletor poderá visualizar os dados, existindo restrições, após a execução das ações pelo usuário administrador (RÊGO, 2010).

A Figura 5 demonstra os casos de uso que são de responsabilidade do usuário administrador. É o usuário administrador que entra com as informações no sistema e executa a maioria das ações do software, sendo o responsável pelo gerenciamento das informações do S-Rota.

Podemos observar no diagrama da Figura 5 que além da manutenção dos dados, conforme dito anteriormente, o usuário administrador realiza o sorteio dos postos e a geração da rota. Na geração da rota tem-se a opção de gerar a rota personalizada, sendo aquela que considera os critérios que determinam a prioridade da escolha de um posto em



Figura 5: Casos de uso do Administrador (BARRADAS, 2009)

relação a outro, mostrados no capítulo segundo, determinados pelo LAPQAP.

Na Figura 6 temos o diagrama dos casos de uso do usuário coletor, ator que representa o agente responsável em percorrer os postos fazendo a coleta das amostras de combustíveis. Este ator realiza tarefas mais simples, pois sua única função no sistema é a visualização da rota.

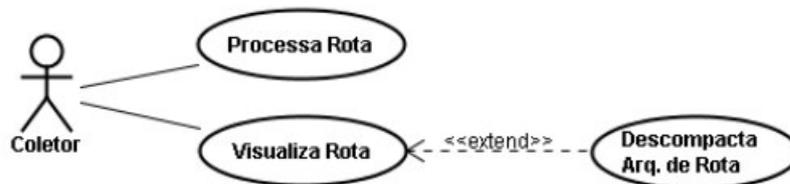


Figura 6: Casos de uso do Coletor (BARRADAS, 2009)

De acordo com a Figura 6 observamos a limitação do acesso do usuário coletor. Essa restrição de acesso é justificada por questões de segurança das informações. Os dados dos postos de combustíveis bem como o trajeto a ser percorrido pelo coletor (rota) são institucionais e de propriedade da ANP, servindo como subsídio para o combate à inadimplência e à fraude.

A liberação precoce desses dados acarretaria na possibilidade de um perigo iminente

que seria o vazamento dessas informações aos proprietários dos postos a serem vistoriados, dando a eles chance para burlar a fiscalização.

3.2.2.2 Atividades

O diagrama de atividades é utilizado para a representação de processos das regras de negócio do sistema. Representa o fluxo de atividades em um único processo. Utilizou-se o diagrama de atividades para mostrar “o fluxo de atividade desempenhado pelo protótipo ao executar o procedimento de sorteio até a elaboração do circuito” (BARRADAS, 2009).

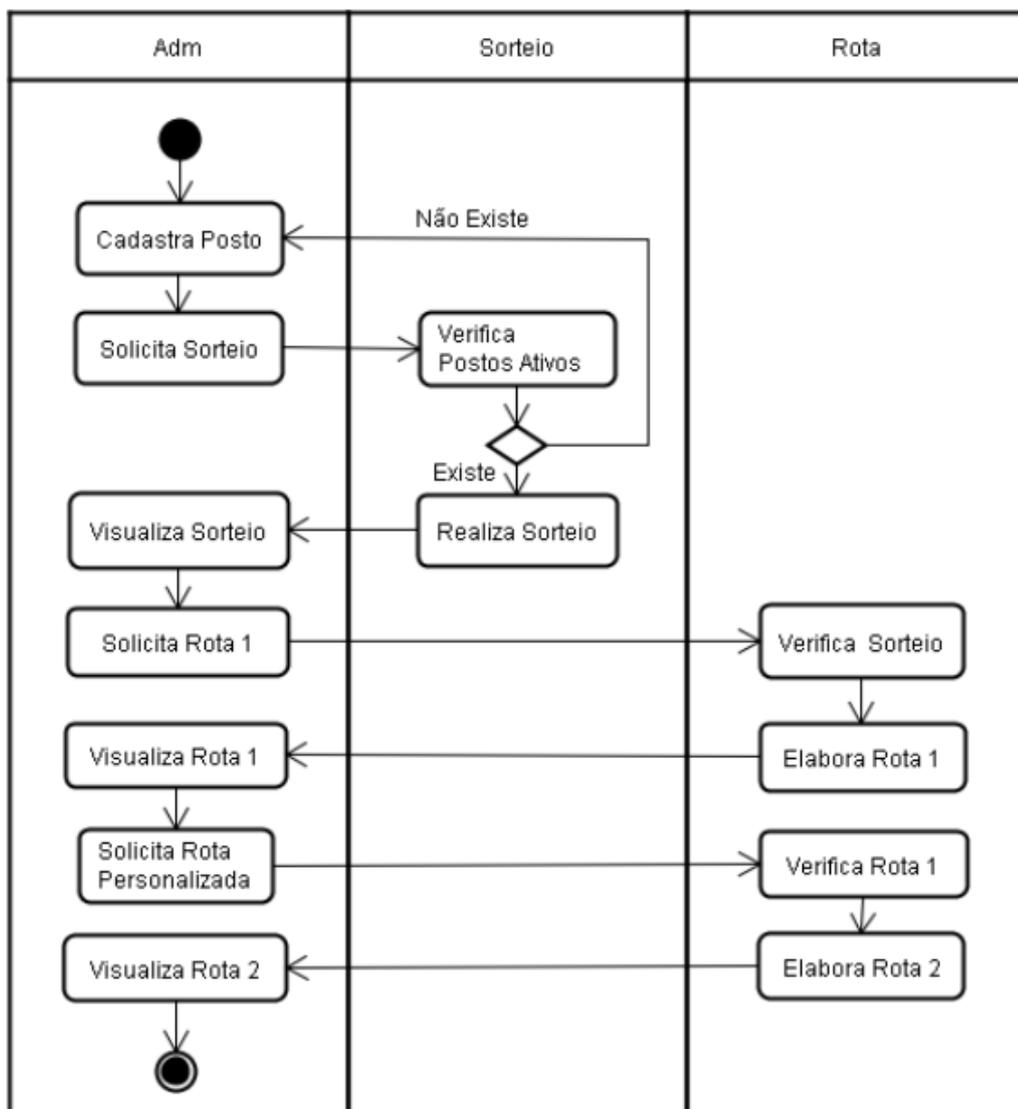


Figura 7: Diagrama de atividades (BARRADAS, 2009)

Com o diagrama da Figura 7 é possível perceber o fluxo das ações do sistema. Por exemplo, não há possibilidade de realizar o sorteio de postos se não houver postos ca-

dastrados. É o fluxo que observamos no diagrama: a execução da atividade “Cadastrar Posto” e depois da atividade “Realizar Sorteio”.

O software busca o último sorteio realizado e gera a rota baseado na distância denominada rota 1 (um), neste momento quanto menor o trajeto percorrido, melhor. Com a construção da rota 1 (um), o usuário administrador solicita a geração da rota personalizada denominada rota 2 (dois) e visualiza essa rota (BARRADAS, 2009).

3.2.2.3 Interações

Para representar as interações do sistema foi utilizado o diagrama de sequência. Este tipo de diagrama modela comportamentos procurando determinar a sequência temporal de eventos ocorridos num determinado processo, identificando quais mensagens devem ser disparadas entre os elementos envolvidos e a ordem que estes elementos devem ser executados (GUEDES, 2009). Para cada caso de uso deve-se ter um diagrama de sequência associado.

A Figura 8 mostra as interações do sistema na elaboração do circuito considerando o critério da menor distância percorrida.

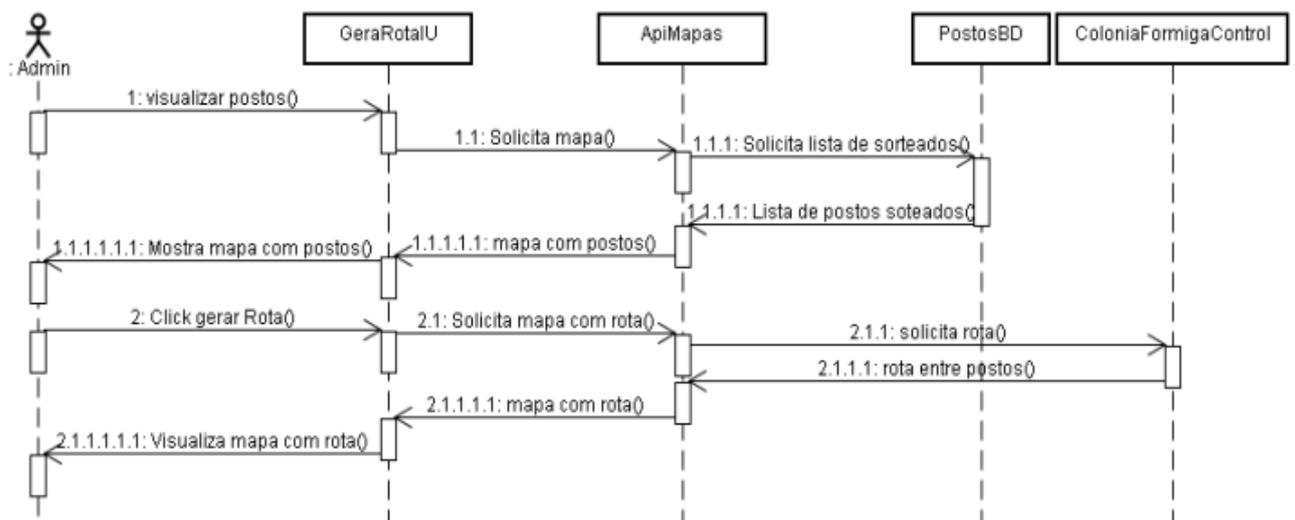


Figura 8: Diagrama de sequência (BARRADAS, 2009)

De acordo com a Figura 8 o usuário administrador visualiza os postos e solicita a geração da rota. O objeto rota é acionado através da interação da API de mapas com o algoritmo de busca (BARRADAS, 2009).

3.3 Implementação do Sistema

Antes de iniciar o desenvolvimento do sistema a partir dos modelos previamente criados, definiu-se a a estrutura do S-Rota, conforme Figura 9.

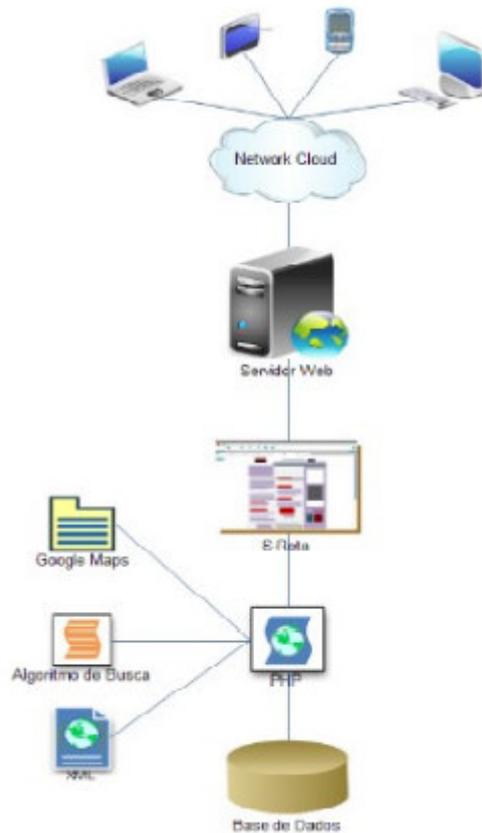


Figura 9: Estrutura do S-Rota (BARRADAS, 2009)

O software utiliza as seguintes tecnologias:

- Servidor Web - Apache;
- API de Mapas - Google Maps;
- Linguagem de Programação - PHP;
- Linguagem de scripts - JavaScript
- SGBD Relacional - MySQL.

Conforme Figura 10 a página inicial do S-Rota pode ser visualizada. É a página de login do software.

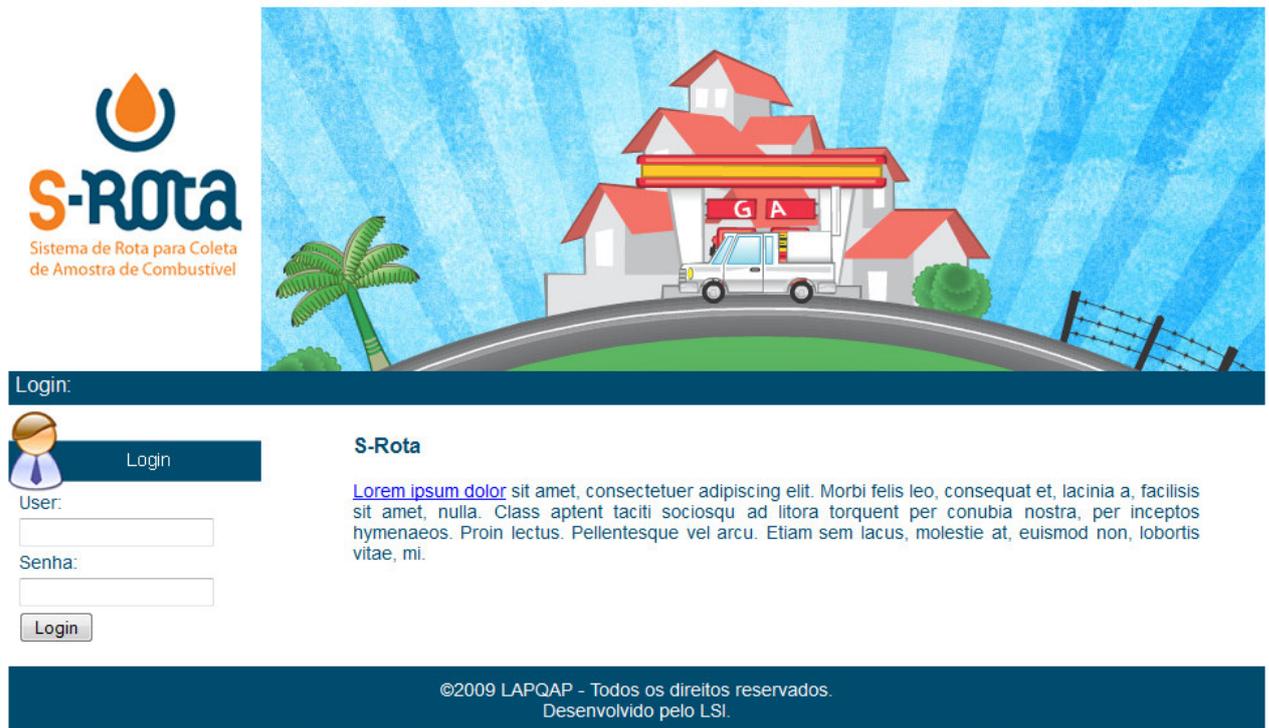


Figura 10: Página inicial do S-Rota



Figura 11: Tela de cadastro de postos

Dentre as principais telas do S-Rota podemos mostrar a tela de cadastro de postos, podendo ser visualizada através da Figura 11.

As informações presentes na Figura 11 são armazenadas na tabela denominada posto, servindo de base para outras etapas como, *e.g.*, a de elaboração de rotas.

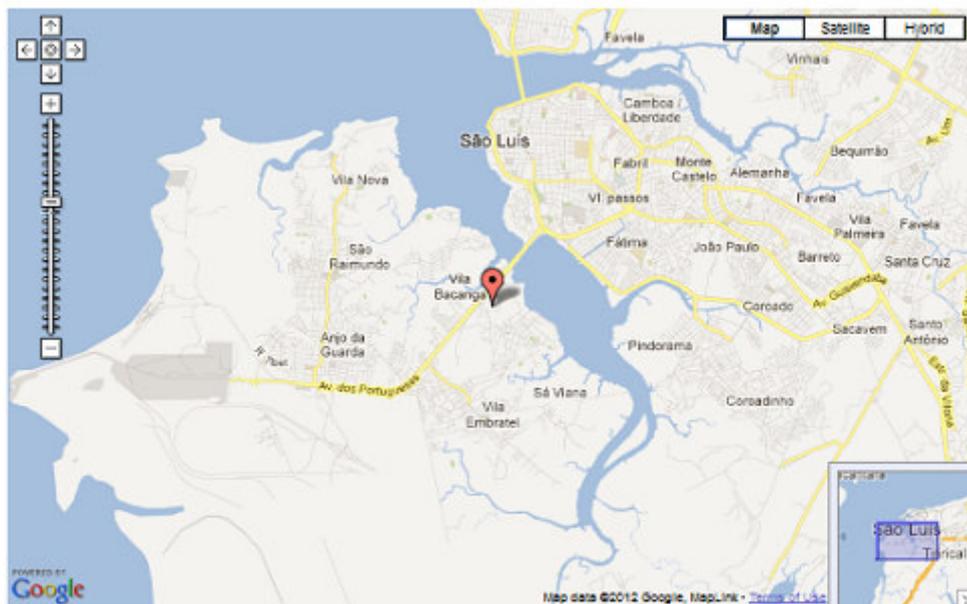
No processo de criação de rotas o software gera dois tipos de rotas: rota padrão e rota personalizada. Na rota padrão (Figura 12) o critério para determinar o melhor caminho é a distância, ou seja, é o menor trajeto traçado para percorrer todos os postos. Na rota personalizada a determinação da melhor rota se dá através da ponderação dos três critérios (BARRADAS, 2009): qualidade do combustível, documentação e distância.

The screenshot displays the S-Rota web application interface. At the top left is the logo for 'S-Rota Sistema de Rota para Coleta de Amostra de Combustível'. Below the logo, the user profile is identified as 'Administrador'. A navigation menu includes 'Cadastro', 'Consulta', 'Sorteio', 'Rota', and 'Sair'. On the left side, there is a section for 'Anotações' (Annotations) with a clipboard icon and five entries, each starting with 'Data: 20/09/2009' followed by a placeholder text 'Lorem ipsum dolors it amet'. The main content area is titled 'Rota - Primeiro Resultado (distância)' and features a map of a city area with a blue route connecting seven points labeled C, B, D, E, G, F, and A. The map includes standard navigation controls like zoom in/out and a map style selector (Map, Satellite, Hybrid). The map data is attributed to Google, 2012.

Figura 12: Tela de visualização da rota

3.4 O Sistema S-PCV

O S-PCV é software que foi criado para fazer comparações entre heurísticas de otimização do problema do menor caminho (RÊGO, 2010). Este software permite encontrar o algoritmo de busca mais eficiente para ser utilizado no S-Rota. O S-PCV permite ao usuário informar a quantidade de postos que deseja utilizar nas comparações, sendo bem simples sua utilização como pode ser observado na Figura 13.



Escolha o número de postos e selecione a Heurística Desejada:

Numero de Posto: (max=60)

<input type="button" value="Força Bruta"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Vizinho Mais Próximo"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="VMP-2 OPT"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Clark e Wright"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Mole e Jameson"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Mole e Jameson -2 OPT"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="2 OPT"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="3 OPT"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Lin e Kernighan"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Colonia de Formigas"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>
<input type="button" value="Colonia de Formigas-2 OPT"/>	Distancia percorrida: <input type="text"/>	Distancia somada: <input type="text"/>	Tempo/Execução: <input type="text"/>

Figura 13: Tela do S-PCV (RÊGO, 2010)

O S-PCV foi dividido em três partes para implementação (RÊGO, 2010):

- Controle de dados;
- Controle de interface e Google Maps;
- Controle de heurísticas.

No controle de dados são manipuladas as coordenadas geográficas, fornecidas pelo

LAPQAP, dos postos de combustíveis, que são transferidas da base de dados relacional para um arquivo XML após o sorteio dos postos, conforme Figura 14.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<marcas>
  <marca name="Ufma" lat="-2.55443" lng="-44.307271" text=""/>
  <marca name="posto 1" lat="-2.55278" lng="-44.18617" text=""/>
  <marca name="posto 2" lat="-2.55427" lng="-44.21058" text=""/>
  <marca name="posto 3" lat="-2.5519" lng="-44.21095" text=""/>
  <marca name="posto 4" lat="-2.55272" lng="-44.21962" text=""/>
  <marca name="posto 5" lat="-2.5434" lng="-44.21283" text=""/>
  <marca name="posto 6" lat="-2.5429" lng="-44.211" text=""/>
  <marca name="posto 7" lat="-2.53658" lng="-44.22432" text=""/>
  <marca name="posto 8" lat="-2.51895" lng="-44.20985" text=""/>
  ...
  <marca name="posto 60" lat="-2.47220" lng="-44.17470" text=""/>
</marcas>
```

Figura 14: Arquivo XML

O controle de interface é feito em HTML, onde permite a seleção da quantidade de postos e da heurística desejada (RÊGO, 2010). Esse controle contém toda a parte referente à API do Google Maps, que é responsável por mostrar no mapa a representação dos postos em suas respectivas coordenadas geográficas, bem como os caminhos gerados como resultado do processamento dos algoritmos.

No controle de heurísticas é implementada a parte que executa sob o Google Maps contendo toda a codificação das heurísticas em javascript, ou seja, toda a implementação dos algoritmos de roteamento baseado nas heurísticas propostas. Estas heurísticas são listados a seguir:

1. construtivas:

- Vizinho Mais Próximo;
- Clark e Wright;
- Mole e Jameson;

2. de melhoramento:

- 2 OPT e 3 OPT;
- Lin e Kernighan;
- Otimização da Colônia de Formigas.

3.4.1 Resultados

Foram feitas comparações em grupos para encontrar a melhor heurística. Inicialmente foram verificadas quais as duas melhores heurísticas construtivas e depois se fez comparações em cima das heurísticas individualmente (RÊGO, 2010).

Após os comparativos, foram obtidos resultados significativos determinando a forma de se gerar a melhor rota. Todos os algoritmos executaram abaixo de 1,5 segundos (RÊGO, 2010). Dependendo da quantidade de postos considerados nas comparações, percebeu-se que o mais adequado seria utilizar duas heurísticas compostas, em que Mole e Jameson com 2 OPT processaria até 39 postos e ACO com 2 OPT processaria as rotas com mais de 39 postos, possibilitando assim sempre encontrar a melhor rota (RÊGO, 2010).

3.5 Resultados Alcançados com o S-Rota

Segundo Barradas (2009), podemos dizer que os principais resultados atingidos com o S-Rota foram:

- A semiautomatização do processo de CAC;
- A transparência no processo de seleção dos postos de combustíveis. O software gera a lista de postos aleatoriamente, dispensando intervenção humana no processo;
- O aumento da quantidade de postos vistoriados, em consequência da redução do tempo de percurso, otimizado com a melhor rota gerada pelo software.

No entanto observou-se algumas limitações do protótipo que induziram às seguintes sugestões de melhorias do mesmo (RÊGO, 2010):

1. Implantar níveis de segurança no S-Rota;
2. Implementar o S-Rota como um sistema distribuído, possibilitando que vários operadores o operem ao mesmo tempo;
3. Viabilizar a compatibilidade do S-Rota com qualquer dispositivo móvel com acesso à Internet, sem a necessidade de browser (navegador).

O escopo deste trabalho restringe-se ao item 3, que será amplamente explorado no capítulo quinto.

4 *A Plataforma Android*

Será apresentado neste capítulo o sistema operacional para dispositivos móveis que mais cresce no mundo (LECHETA, 2012). O Android vem conquistando cada vez mais adeptos ao redor do mundo e se firmando como a plataforma móvel do mercado.

O presente capítulo será introduzido com noções e conceitos referentes à computação móvel e aos serviços baseados em localização. Em seguida abordará aspectos gerais do Android referentes à arquitetura e aos componentes.

4.1 *Considerações Iniciais*

Desde a década de 90, pode-se notar um crescimento acentuado no desenvolvimento de tecnologias para computação móvel. Sua popularização tem favorecido o acesso a informações remotas onde se estiver, abrindo caminho para aplicações e serviços desta natureza para usuários (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003, p. 16).

A computação móvel é realizada através de dispositivos móveis, onde estes dispositivos devem ser capazes de realizar processamento, ter um tamanho compacto para serem transportados facilmente e ter suporte a rede para trocar informações com o meio. Estes dispositivos podem ser aparelhos celulares, onde são os mais comuns, PDAs, tablets, notebooks e netbooks entre outros.

Segundo Figueiredo e Nakamura (2003), a infra-estrutura para a computação móvel pode ser de 2 (dois) tipos: Redes Infra-Estruturadas e Redes Ad-Hoc. Redes Infra-Estruturadas são aquelas que permitem a comunicação entre dispositivos móveis por meio de uma estrutura fixa. São exemplos desse tipo de estrutura Redes Infravermelho, Redes Celulares e WLANs (Wireless Local Area Networks), as Redes Locais sem Fio. Redes Ad-Hoc são aquelas que possibilitam a comunicação ponto a ponto, não dependendo de uma infra-estrutura fixa, sendo os casos das Redes de Sensores sem Fio e das PANs (Personal Area Networks).

Essas infra-estruturas possibilitaram o surgimento de serviços baseados em localização

(SBL) ou, do inglês, *location based services* (LBS). Os LBSs são serviços que se utilizam da localização do dispositivo para dar uma resposta ao usuário. Essa resposta pode ser, *e.g.*, o restaurante mais próximo ou como chegar ao trabalho seguindo pelo melhor caminho.

A localização do dispositivo se dá através do conhecimento das coordenadas geográficas, chamada de localização geográfica. Coordenadas geográficas são referências de localização que garantem informações sobre um determinado ponto na superfície terrestre (SANTOS *et al.*, 2006). A posição do usuário, expressa através de coordenadas geográficas, é conhecida por meio de um sistema que monitora sua localização: o Sistema de Posicionamento Global ou, do inglês, *Global Positioning System* (GPS). O GPS é um sistema que está organizado em 6 (seis) planos orbitais contendo 24 (vinte e quatro) satélites em constante movimento, que orbitam a Terra em 12 (doze) horas (HUERTA *et al.*, 2005). Este sistema utiliza para localização do usuário a técnica de triangulação que consiste na verificação da proximidade entre os objetos e outras entidades do sistema que tenham localização conhecida (SANTOS *et al.*, 2006).

4.2 O Android

Android é uma plataforma de software para smartphones e tablets, que surgiu em 2007 (DIMARZIO, 2008) através da Open Handset Alliance (OHA). A OHA é um grupo constituído pelas grandes empresas do ramo de tecnologia lideradas pela Google, com a finalidade de levar ao mercado dispositivos móveis, principalmente celulares e smartphones, que sejam “melhores” e “abertos” (ABLESON *et al.*, 2012).

É a primeira plataforma para dispositivos móveis *open source* (código aberto) (ABLESON *et al.*, 2012) e vem revolucionando o mercado mundial. Uma das grandes estratégias comerciais é o suporte a uma variedade de dispositivos, não apenas aos aparelhos mais sofisticados mas também aqueles que dispõem de um poder de processamento mais modesto, atingindo usuários de todos os tipos. Outro ponto importante é a manutenção da compatibilidade com versões anteriores, possibilitando atualizações de versões quando não existirem limitações de hardware.

As empresas e os desenvolvedores buscam uma plataforma moderna e ágil para o desenvolvimento de aplicações corporativas para auxiliar em seus negócios e lucros. Já os usuários comuns buscam um celular com um visual elegante e moderno, de fácil navegação e uma infinidade de recursos (LECHETA, 2010, p. 19-20).

Com uma interface visual rica e intuitiva o Android vem ganhando uma boa fatia do

mercado de smartphones e tablets. Além das conhecidas *key applications* (lista telefônica, serviço de mensagens, serviço de rede, serviço de chamadas, etc) o Android também traz vários outros recursos como Wi-Fi, serviço de mapas e GPS, reconhecimento facial, cálculo de distância a partir de uma fotografia, além de uma infinidade de aplicativos, gratuitos e pagos, disponíveis para download na Google Play (originalmente Android Market), a loja virtual da Google.

A plataforma Android não oferece recursos variados apenas relacionados a usuários de smartphones e tablets, mas também a quem desenvolve aplicações para estes tipos de dispositivo. Com uma API robusta e vasta documentação também se torna uma boa opção para os desenvolvedores, estimulando o surgimento de diferentes aplicativos graças à flexibilidade e à liberdade oferecidas pela plataforma. Tais características serão melhor abordadas em seções posteriores deste capítulo.

Outro atrativo para desenvolvedores dessa plataforma é o fato de ser código aberto, ou seja, ferramentas de desenvolvimento e documentação da API, *e.g.*, são fornecidos gratuitamente, onde o código-fonte é regido pela licença ASL (Apache Software Licence). O Android foi lançado sob duas licenças: a ASL e a GPL (General Public Licence). Esta plataforma foi desenvolvida utilizando o kernel do Linux, sendo este o motivo do uso da licença GPL, pois o Linux utiliza esta licença. Estes pontos serão expostos com maior detalhamento nas próximas seções.

4.3 Arquitetura

O Android é um sistema operacional dividido em camadas, cada uma com sua função específica, onde aquelas de mais baixo nível oferecem suporte às camadas superiores. A Figura 15 representa a arquitetura em camadas com os principais componentes do sistema operacional Android.

De acordo com a Figura 15 podemos perceber a existência de quatro camadas de software.

A camada mais baixa contém um *kernel* Linux que proporciona uma abstração fundamental do hardware (ABLESON *et al.*, 2012). O Linux é um sistema operacional *open source* mantido pelo investimento de algumas empresas privadas, a exemplo da RedHat, e pela comunidade de desenvolvedores com grande quantidade de adeptos espalhados pelo mundo. Portanto o Android contém a base do Linux com o gerenciamento de memória, gerenciamento de processos, a parte de segurança do sistema e implementações de rede

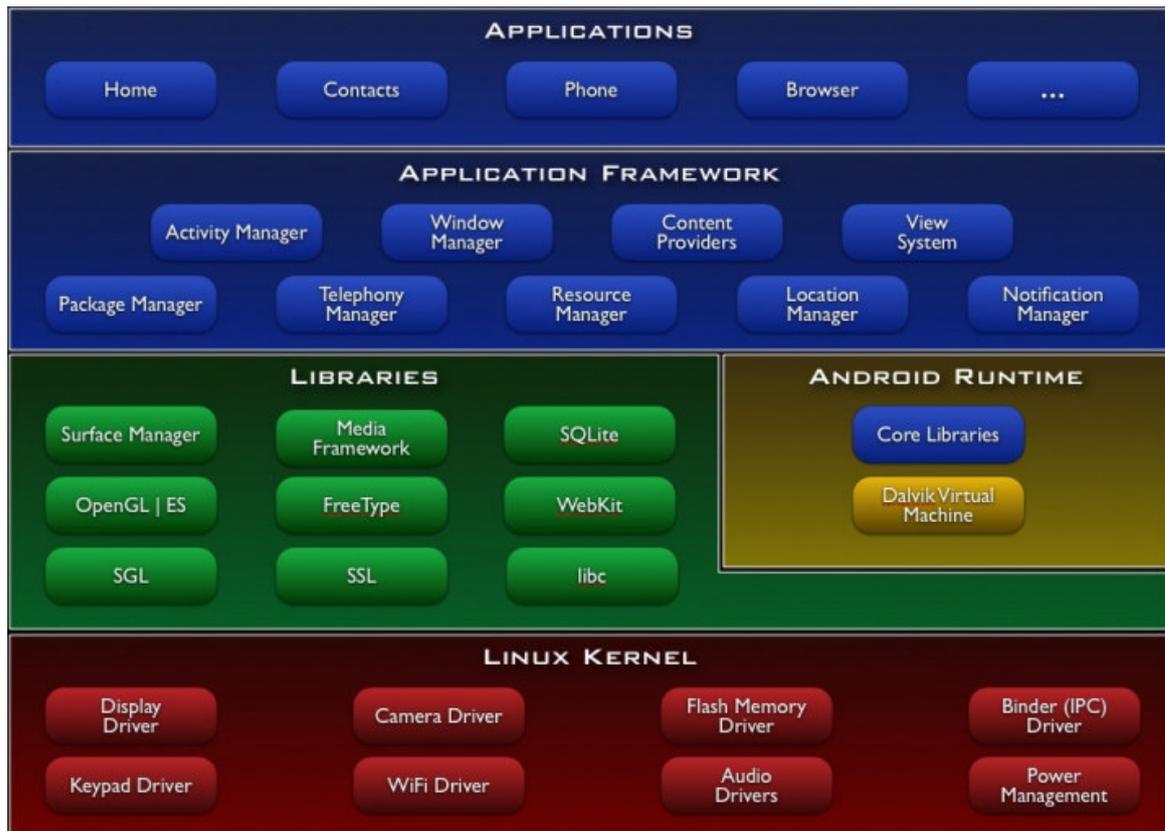


Figura 15: Arquitetura do Android (GOOGLE, 2012)

(Wi-Fi, Bluetooth). Esta camada também contém a implementação dos drivers, que funcionam como interface entre software e hardware.

Imediatamente acima da camada do *kernel* Linux temos a camada de bibliotecas. Bibliotecas, no contexto computacional, são arquivos ou conjuntos de arquivos com funções específicas implementadas em código-fonte para serem usadas por aplicativos ou sistemas, inclusive sistemas operacionais. E referente a camada atual, esta contém bibliotecas usadas por diversos componentes do sistema Android. Entre outros recursos esta camada fornece (ABLESON *et al.*, 2012):

- Suporte a áudio e vídeo;
- Tecnologia de navegador do WebKit, mecanismo de código aberto que permite a renderização de páginas completas no browser do dispositivo. É utilizado pelos navegadores Safari (Mac) e Safari Mobile (iPhone) e se tornou padrão para a maioria das plataformas móveis;
- Suporte gráfico avançado, em 2D e 3D, e animações SGL e OpenGL;
- Suporte a banco de dados relacional com SQLite.

Outro recurso importante desta camada é o *runtime* do Android que inclui um conjunto de bibliotecas que fornece a maioria das funcionalidades disponíveis na linguagem de programação Java (GOOGLE, 2012) (esta linguagem será abordada com maiores detalhes na seção 4.5) através da Dalvik VM, a máquina virtual do Android.

A próxima camada a ser abordada é aquela que possui um conjunto de gerenciadores responsáveis pelos aplicativos, a *Application Framework*. Através desta camada o Android oferece recursos que possibilitam aos desenvolvedores a criação de aplicações com uma aparência extremamente rica e inovadora. Segundo Google (2012), esta camada inclui dentre outros recursos:

- Um rico e extensível conjunto de *Views* que pode ser usado para construir aplicações incluindo botões, tabelas, campos de texto, listas e muitos outros recursos de *layout*;
- Um gerenciador de notificações permitindo que as aplicações possam exibir alertas personalizados na barra de status;
- Um gerenciador de recursos;
- Um gerenciador de localização dando suporte aos LBSs;
- Um gerenciador para funções de telefonia tais como ligações e serviço de mensagens.

A última camada a ser abordada é a camada de mais alto nível e que interage diretamente com o usuário do dispositivo: a camada de aplicações. Nesta camada estão presentes os aplicativos do usuário como lista telefônica, serviço de SMS, cliente de e-mail, navegador, mapas entre outros.

4.4 Componentes

Antes de se falar nos componentes dos aplicativos Android é indispensável a abordagem dos conceitos de *Intent* e *IntentFilter*. A *Intent* é considerada o coração do Android (LECHETA, 2010) e descreve o que se deseja fazer (ABLESON *et al.*, 2012), ou seja, representa uma “intenção” do aplicativo (abrir uma nova tela da aplicação, solicitar ao sistema operacional que ligue para determinado número de celular, enviar uma mensagem para outra aplicação para executar outro processo). Segundo Ableson *et al.* (2012), “uma *IntentFilter* é uma declaração de capacidade e interesse em oferecer assistência àqueles em

necessidade”, ou seja, faz o mapeamento entre uma ação e uma tarefa. Deve ser configurada para interceptar mensagens de uma determinada Intent baseada no seu conteúdo, funcionando como um filtro da Intent.

Os aplicativos Android são criados com base em alguns componentes. Tais componentes podem ser combinados para criar aplicações, de modo que em uma aplicação possa se ter a presença de mais de um destes elementos ou até mesmo de todos eles. Esta seção refere-se aos elementos *Activity*, *Service*, *BroadcastReceiver* e *ContentProvider* que serão abordados detalhadamente nas subseções seguintes.

4.4.1 Activity

Uma Activity, como o próprio nome sugere, é uma atividade que a aplicação deve realizar. Classe do Android SDK que representa uma tela na aplicação (LECHETA, 2010). Tudo começa numa Activity e um aplicativo deve conter pelo menos uma Activity. Em termos de aplicação uma atividade pode ser entendida como uma tela, sendo o elemento que faz a interação com o usuário.

Lecheta (2010) diz que cada aplicação nativa do Android, como o browser, a tela inicial, a agenda e a própria tela para discar para um número de telefone é definida por uma Activity.

As activities possuem um ciclo de vida. É muito importante conhecer o ciclo de vida de uma atividade para que sejam realizadas intervenções de código-fonte pelo desenvolvedor quando forem necessárias, mesmo com o sistema operacional fazendo o gerenciamento deste ciclo. O ciclo de vida representa os possíveis estados que uma Activity pode assumir, a Figura 16 ilustra isso.

Toda Activity ao ser iniciada é retirada do topo de uma pilha chamada de *activity stack*, ficando no estado executando. Esta pilha serve para o controle da sequência de execução do sistema operacional. Segue um breve exemplo da utilização da activity stack. Digamos que o usuário esteja navegando pela internet e necessite abrir a calculadora. Ao abrir o aplicativo da calculadora o Android o põe no topo da activity stack deixando o browser em segundo plano. Após fechar o aplicativo da calculadora sua Activity é finalizada saindo da pilha e a Activity responsável pelo browser volta ao topo da activity stack retomando sua execução. Portanto temos três estados principais do ciclo de vida das activities: executando, temporariamente interrompida (em segundo plano) e destruída, onde todas as aplicações, nativas ou não, utilizam esse conceito de pilha, já que tudo

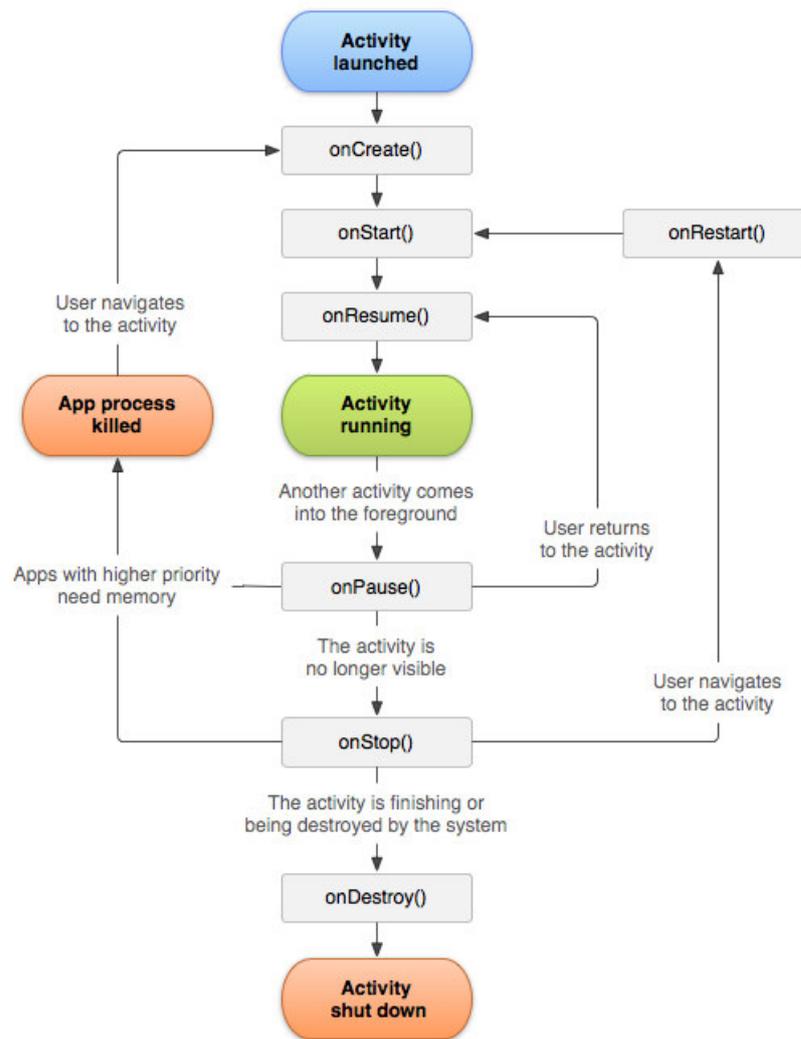


Figura 16: Ciclo de vida de uma Activity (GOOGLE, 2012)

funciona sobre a mesma arquitetura (LECHETA, 2010). Quando uma Activity está pausada o sistema operacional pode decidir encerrá-la para liberar recursos de memória.

4.4.2 Service

Service é uma classe que é utilizada para executar um serviço em segundo plano (LECHETA, 2010). Se o aplicativo possuir um ciclo de vida longo, é recomendável utilizá-lo como um serviço (ABLESON *et al.*, 2012).

Um serviço geralmente consome muitos recursos de CPU e memória, podendo ser utilizada para fazer download de algum outro recurso da internet, criar um player para ouvir música ou criar um alarme para alertar quando ocorrer algum evento. A classe Service faz parte dos processos controlados pelo sistema operacional Android e seu processo

só é encerrado pelo sistema se houver muita demanda por recursos de memória e CPU (LECHETA, 2010). Um Service também possui um ciclo de vida sendo bem mais simples em relação ao ciclo de vida de uma Activity conforme pode ser observado na Figura 17.

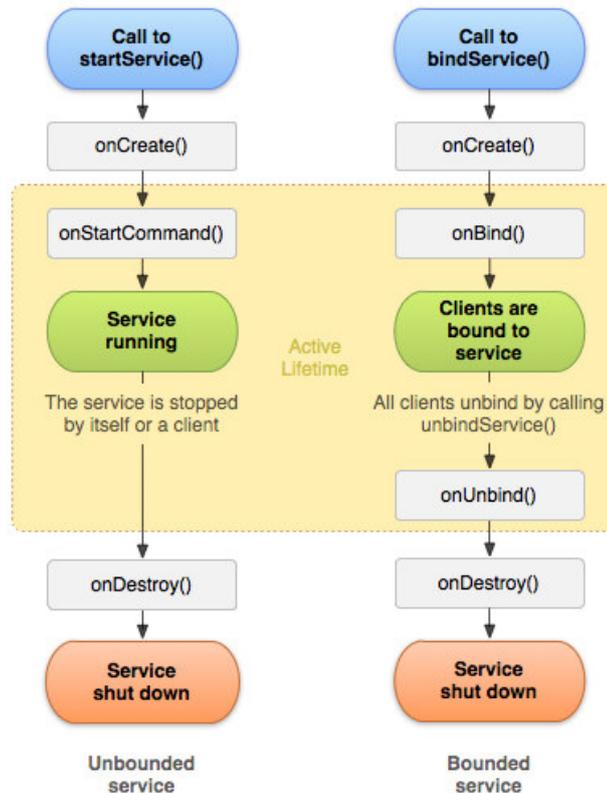


Figura 17: Ciclo de vida de um Service (GOOGLE, 2012)

Através da Figura 17 percebe-se que um Service pode seguir dois caminhos diferentes desde o momento da sua criação até o momento da sua destruição.

A diferença entre a utilização de um serviço em relação às threads é o fato do sistema operacional não interromper o processo (Service), por conhecê-lo e estar sob seu controle (exceto em caso de escassez de recursos conforme dito no parágrafo anterior). Já uma thread vinculada a uma atividade (Activity) não é assim, podendo ser finalizada quando o sistema operacional julgar necessário (como por ociosidade, por exemplo). Mas nada impede que um serviço inicie sua própria thread.

Outra característica de um serviço é que o sistema operacional, ao encerrá-lo por falta de memória, tenta posteriormente reiniciá-lo para que o processamento continue quando as condições de memória e processamento estiverem normais (LECHETA, 2010). E não necessitam de vínculo com uma interface de usuário, como é o caso das activities, pois podem ser executados de forma independente pelo sistema operacional.

4.4.3 BroadcastReceiver

BroadcastReceiver é outro componente dos aplicativos Android. É um recurso que deve ser utilizado por uma aplicação quando esta tiver a necessidade de reagir a algum tipo de evento (LECHETA, 2010) como, *e.g.*, ao receber uma chamada telefônica.

Um BroadcastReceiver possui algumas semelhanças em relação a um Service: é uma classe executada em segundo plano e não necessita de uma interface gráfica. Porém as diferenças são marcantes: além de um BroadcastReceiver ser acionado apenas quando um determinado evento ocorrer, também deve ser executado em pouco tempo, ao contrário de um Service.

Portanto, se um aplicativo quiser receber e responder a um evento global, como uma mensagem de texto recebida, ele deve se registrar como BroadcastReceiver (ABLESON *et al.*, 2012).

4.4.4 ContentProvider

O sistema operacional Android fornece várias maneiras de armazenamento de dados como arquivos, banco de dados e sistema de preferências (LECHETA, 2010). Porém os dados armazenados nestas bases ficam disponíveis apenas para os aplicativos que os utilizam. Há casos em que aplicações necessitam acessar dados armazenados num banco, ou em qualquer outra forma de armazenamento de dados, de outras aplicações. Para resolver problemas como este que existe o recurso ContentProvider.

ContentProvider (provedor de conteúdo) é uma camada de dados que provê uma abstração (de dados) para quaisquer aplicativos e centraliza as rotinas de recuperação e armazenamento em um único local (ABLESON *et al.*, 2012), como podemos ver na Figura 18. E o acesso aos arquivos e banco de dados é gerenciado pelo sistema de segurança do Linux, que impede o acesso indevido sem permissões concedidas explicitamente (ABLESON *et al.*, 2012).

4.5 Desenvolvimento com Android

Como mencionado em seções anteriores o Android é uma plataforma *open source* baseada no kernel Linux. Enquanto os componentes do sistema operacional estão escritos em C/C++ os aplicativos do usuário estão em Java (ABLESON *et al.*, 2012). O fato de

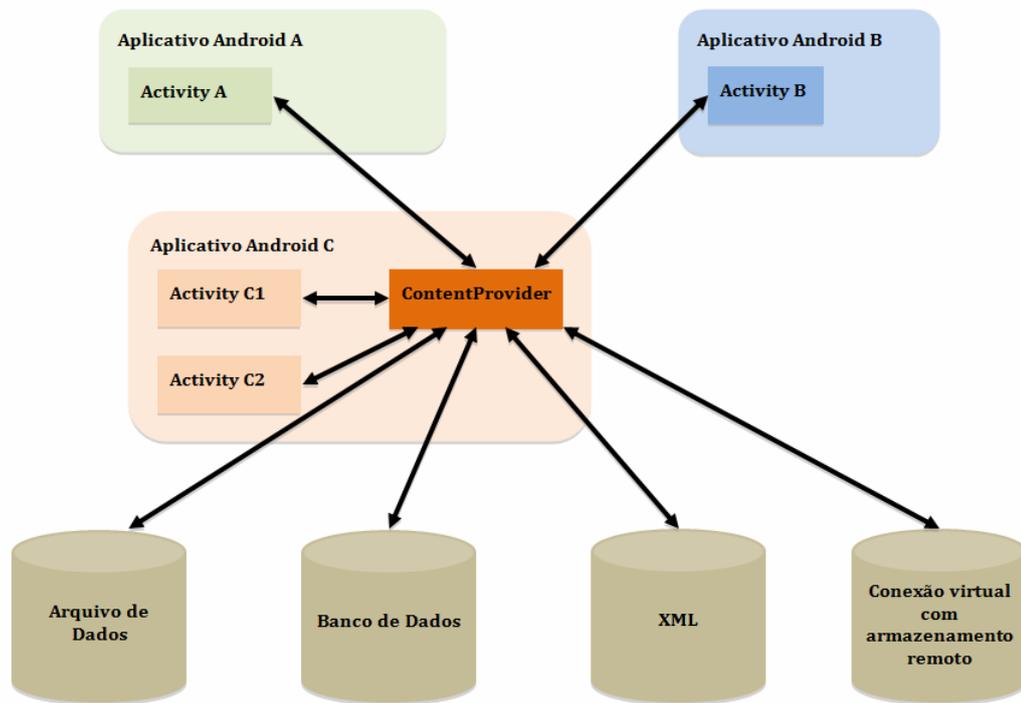


Figura 18: ContentProvider - modelo de abstração

o Android ser escrito sobre outro sistema operacional de código aberto (Linux) e seus aplicativos numa linguagem de programação open source (Java), dá grande flexibilidade à plataforma e liberdade aos desenvolvedores favorecendo a disseminação e o crescimento do sistema operacional. Essas características são melhor observadas nos aplicativos quando há interação entre eles. Um aplicativo criado por algum desenvolvedor pode interagir diretamente com outros aplicativos nativos do Android, onde um exemplo disso são os ContentProviders, apresentados na seção anterior.

Para desenvolver aplicações para o Android é necessário ter o Android SDK (*Software Development Kit*), que contém o emulador e outras ferramentas necessárias para o desenvolvimento. Um importante componente do SDK é a Dalvik, a máquina virtual do Android otimizada para dispositivos móveis. A linguagem utilizada para o desenvolvimento dos aplicativos é Java e a IDE mais utilizada e apoiada pela própria Google é o Eclipse, que possui um plugin para o Android chamado ADT (*Android Development Tools*). Os arquivos gerados após compilações e execuções do aplicativo são os arquivos dex (*Dalvik Executable*), equivalentes ao class, e o arquivo apk (*Android Package File*), equivalente ao jar. Os arquivos class e jar são gerados através da JDK (*Java Development Kit*) e da JVM (*Java Virtual Machine*), utilizadas na programação Java.

5 O S-Rota no Dispositivo Móvel: S-RotaView

No presente capítulo será abordado o software proposto neste trabalho. É o módulo que será executado no dispositivo móvel (smartphone ou tablet com Android), sendo operado pelo agente coletor das amostras de combustíveis.

Na primeira seção serão apresentados os aspectos que levaram ao desenvolvimento do protótipo. Em seguida mostra-se a etapa de modelagem do software, com os principais modelos criados, finalizando o capítulo com sua implementação.

5.1 Proposta do S-RotaView

Inicialmente foi desenvolvido um módulo web para operar cadastros, consultas, realização de sorteios e geração de rotas. No entanto, apesar da rota ser gerada para que o agente coletor pudesse guiar-se pelo trajeto entre os postos, se fazia necessário o acompanhamento dessa rota, através de um dispositivo móvel, de forma mais fácil e amigável. O acesso através do browser por um dispositivo dessa natureza se tornava incômodo por questões principalmente de conexão e interatividade, pois a aplicação web não se preocupava com questões inerentes a arquitetura de dispositivos móveis.

O S-Rota é um sistema computacional composto por 2 (dois) módulos:

1. Módulo Administrador - parte do software responsável pela geração das rotas, sendo executado no servidor web, assunto do capítulo terceiro;
2. Módulo Coletor - parte que possibilita o acompanhamento da rota pelo agente;

A proposta deste trabalho e assunto deste capítulo é promover a compatibilidade do Módulo Coletor com dispositivos móveis que utilizem a plataforma Android, criando um aplicativo adaptado a esses dispositivos.

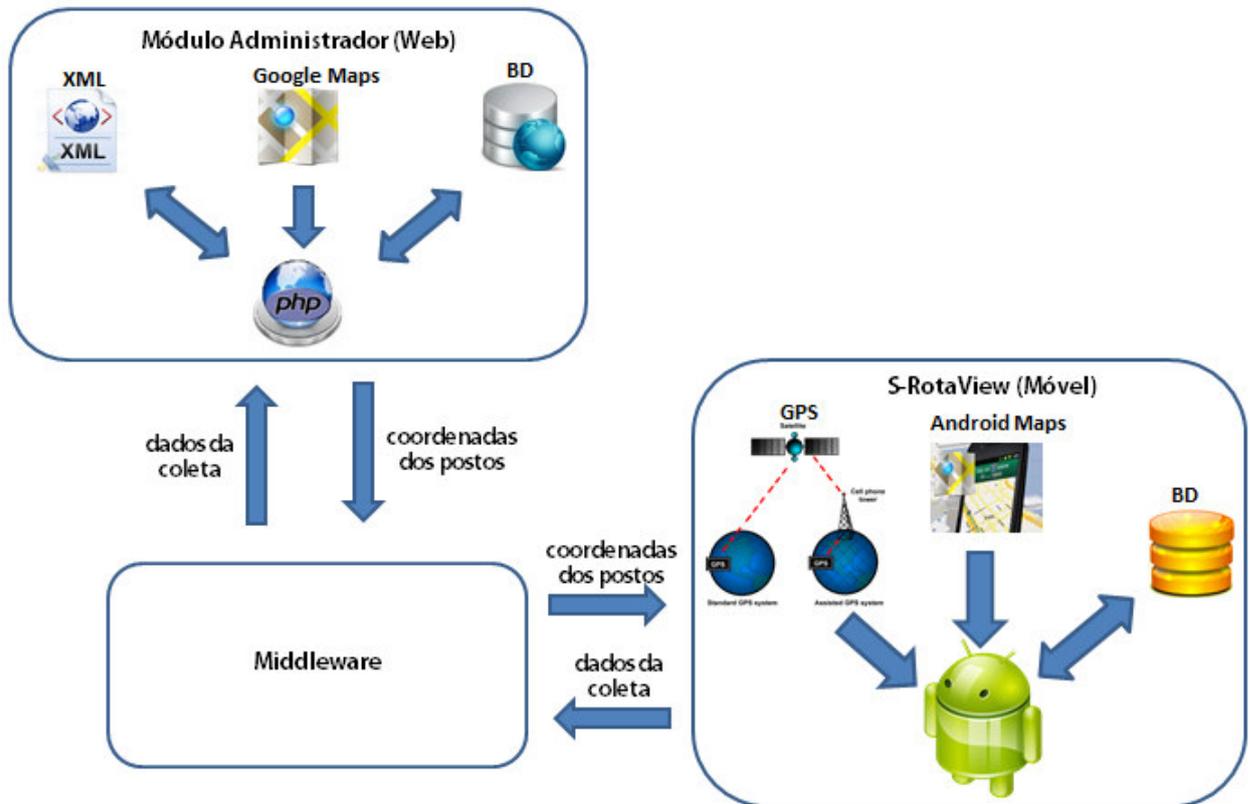


Figura 19: Estrutura do S-Rota

Pode-se visualizar na Figura 19 que o S-RotaView utiliza componentes da plataforma Android em sua composição. O protótipo utiliza a API de mapas do Android para possibilitar ao agente coletor a visualização do percurso a ser seguido. Utiliza o GPS para monitorar a posição do agente e, sobretudo, para favorecer à contagem do tempo de coleta. Utiliza também um banco de dados para armazenar as situações encontradas durante a coleta das amostras de combustíveis.

Ainda na Figura 19 observa-se um componente intermediário entre os módulos web e móvel. Trata-se do *middleware* que possibilita a comunicação entre estes dois módulos, responsável por traduzir os dados entre eles. Estão entre as principais funcionalidades deste *middleware*: ler o arquivo XML, com as coordenadas dos postos, gerado pelo Módulo Administrador e enviar os dados organizados ao S-RotaView; ler a base de dados do S-RotaView onde são armazenadas as situações das coletas, manipulando estes dados para serem persistidos na base do Módulo Administrador.

O S-RotaView fornece ao agente:

- Autenticação do seu usuário no dispositivo móvel, onde o software pode ser acessado somente pelo agente;

- A localização atual através do GPS;
- A localização dos postos de combustíveis através do endereço, facilitando as buscas por uma vizinhança;
- A ordem na qual os postos devem ser vistoriados (ordem dada pelo algoritmo de busca do S-Rota);
- O tempo estimado para completar o trajeto;
- A visualização da sua rota no mapa, integrado ao Módulo Administrador do S-Rota;
- Maior segurança das informações, minimizando a possibilidade de vazamento de dados restritos da fiscalização;
- Possibilidade de classificar a coleta (situação da coleta), interagindo com o software para armazenamento de informações.

As funções citadas anteriormente serão detalhadas na seção 5.2.1.

5.2 Modelagem do Software

O processo de modelagem é o passo inicial na construção de um software, pois modelos representam uma simplificação da realidade. Foi adotada a UML na construção dos modelos do S-RotaView.

Segundo Pender (2002), “a UML organiza os diagramas através de views” (visões), que são definidas pelo autor como “coleções de diagramas que descrevem um aspecto similar do projeto”, e são classificadas em visão funcional, visão estática e visão dinâmica.

De acordo com as visões citadas anteriormente, este trabalho apresenta alguns dos diagramas desenvolvidos na criação do protótipo, presentes em cada visão e serão mostrados nas próximas subseções.

5.2.1 Visão Funcional

A visão funcional é centrada na idéia de funções ou processos. Destaca-se portanto, para representar este nível de visão, os diagramas de casos de uso utilizando-se os diagramas de atividades para representar seus cenários.

A Figura 20 mostra as funcionalidades do protótipo representadas por casos de uso e os atores que interagem com cada um destes casos de uso.

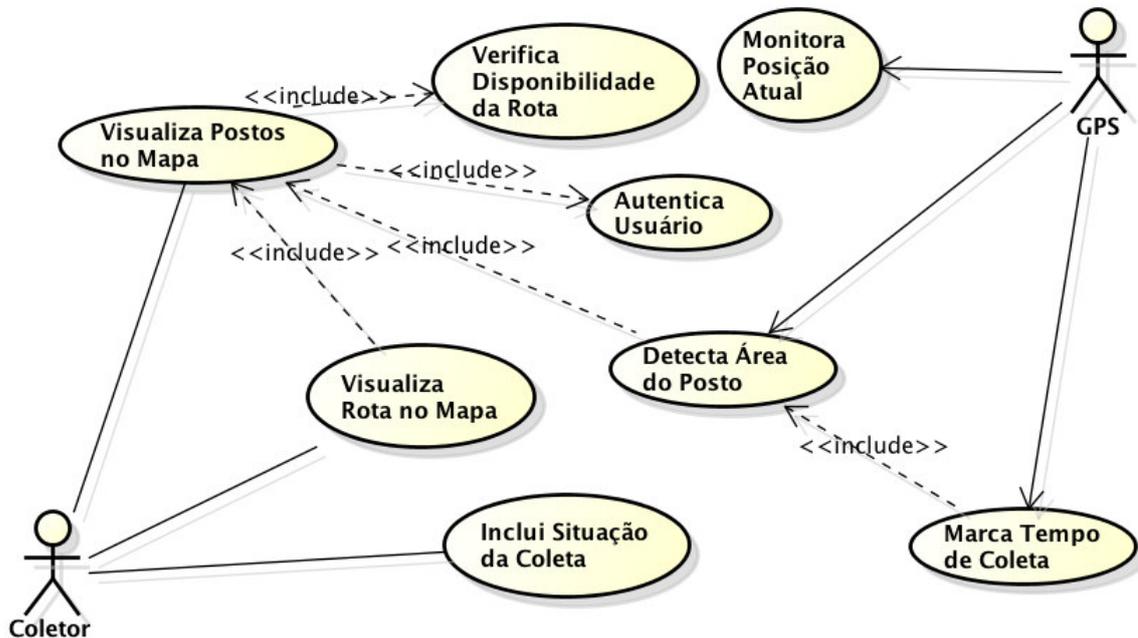


Figura 20: Modelo de Casos de Uso - S-RotaView

Pode-se observar que existem ações que são disparadas pelo agente coletor, como incluir a situação da coleta. Esta ação deve ser executada pelo agente depois de fazer a coleta da amostra de combustível informando se a mesma foi realizada ou não, selecionando estados predefinidos no sistema.

Observa-se também que existem outras ações disparadas pelo GPS que, no caso, é visto como um ator. Estas ações independem da vontade do coletor para serem executadas, como é caso de marcar o tempo da coleta. Esta operação é realizada no momento em que o agente chega ao posto, ou seja, o protótipo inicia a contagem de tempo quando o agente coletor se encontra na posição em que o posto de combustível se localiza no mapa.

Para uma melhor compreensão da visão funcional aborda-se o cenário dos principais casos de uso do protótipo. Cenário é um possível resultado de uma tentativa de realizar um caso de uso (PENDER, 2002). Para representar estes cenários se fez uso dos diagramas de atividades.

A Figura 21 representa o cenário do caso de uso “Verifica Disponibilidade da Rota”. Analisando a figura observa-se que a rota só estará disponível ao agente coletor quando a hora atual for igual ou superior a hora presente no arquivo XML. Isso significa que os arquivos que contém as rota, acessados pelo dispositivo móvel, possuem um horário de desbloqueio de forma que enquanto a hora atual não atingir este horário de desbloqueio

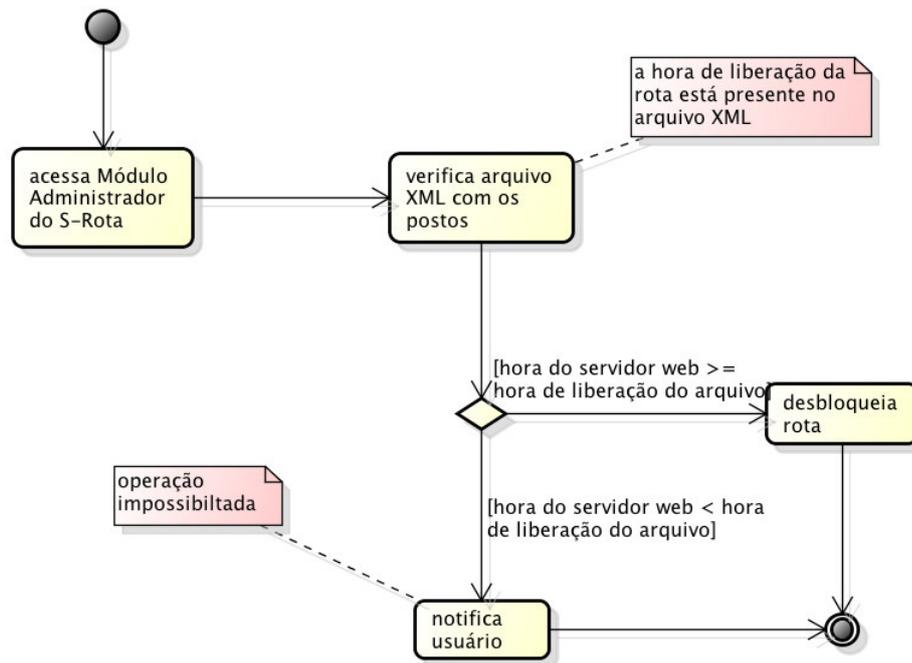


Figura 21: Diagrama de Atividades - Verifica Disponibilidade da Rota

o agente não terá nem permissão para entrar no sistema.

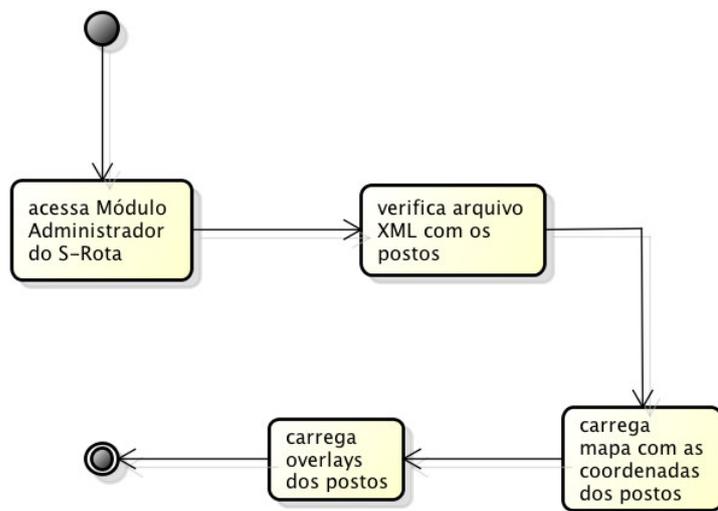


Figura 22: Diagrama de Atividades - Visualiza Postos no Mapa

Outro cenário ilustrado é o do caso de uso “Visualiza Postos no Mapa”. No diagrama da Figura 22 observa-se que o mapa é carregado, com a localização dos postos, apenas após o acesso ao arquivo XML, pois este arquivo contém as coordenadas geográficas dos postos. Após a localização geográfica dos postos já estarem presentes no mapa, marca-se então o mapa nestas localizações tornando visível ao agente. A estas marcações dá-se o nome de *overlays*, que são as camadas de um mapa.

Finalizando a visão funcional com os cenários, a Figura 23 mostra o cenário refe-

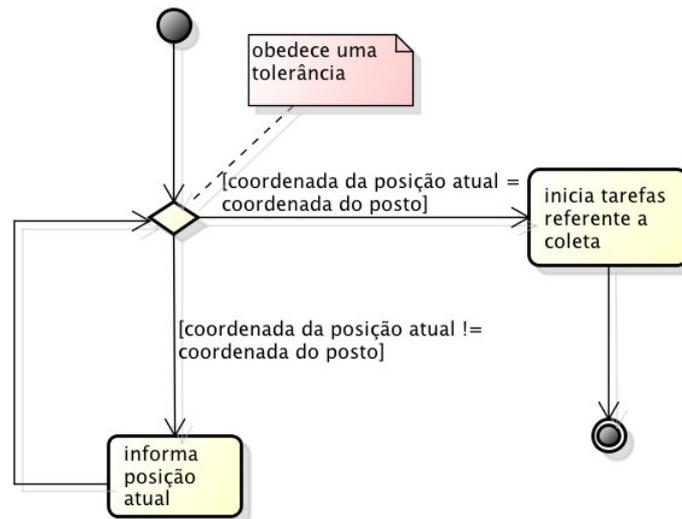


Figura 23: Diagrama de Atividades - Detecta Área do Posto

rente ao caso de uso “Detecta Área do Posto”, ativado pelo GPS. Nele observa-se que o GPS atualiza a posição do agente coletor (atividade “informa posição atual”) enquanto a posição geográfica do agente for diferente da posição geográfica do posto, caso contrário se iniciam as tarefas referentes a coleta como, por exemplo, a contagem do tempo gasto para realizá-la.

5.2.2 Visão Estática

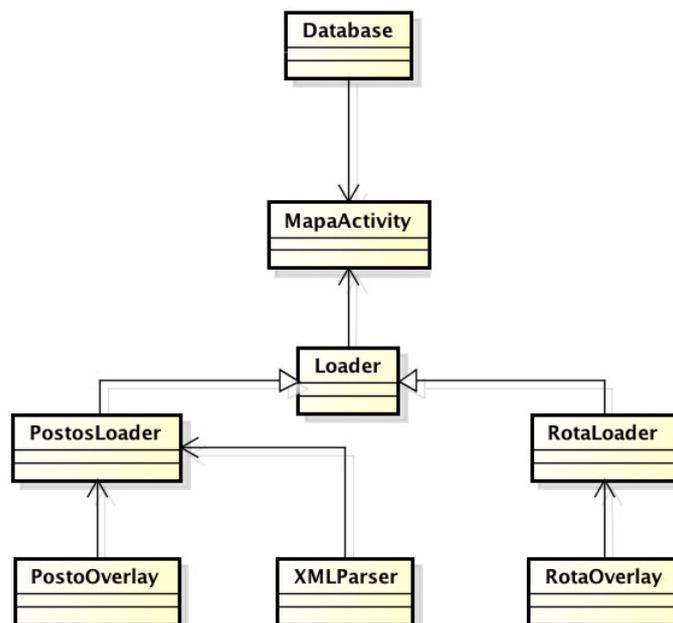


Figura 24: Modelo de Classes simplificado - S-RotaView

Segundo Rumbaugh *et al.* (1999), este tipo de visão é considerado estático por não

descrever o comportamento dependente do tempo do sistema. Fornece uma visualização dos elementos que compõem o negócio ou software (PENDER, 2002). Para este tipo de visão utiliza-se o diagrama de classes, conforme Figura 24.

A classe “Loader” se encarrega das rotinas para carregar o mapa na tela do dispositivo com os overlays dos postos e das rotas. E como as coordenadas geográficas dos postos se encontram em um arquivo XML, no servidor web contendo o Módulo Administrador, necessita-se de rotinas para acessá-lo, presentes na classe “XMLParser”.

A classe “Database” é utilizada para armazenar e recuperar informações referentes as possíveis situações da coleta, a qual o agente deverá classificar no ato da vistoria.

5.2.3 Visão Dinâmica

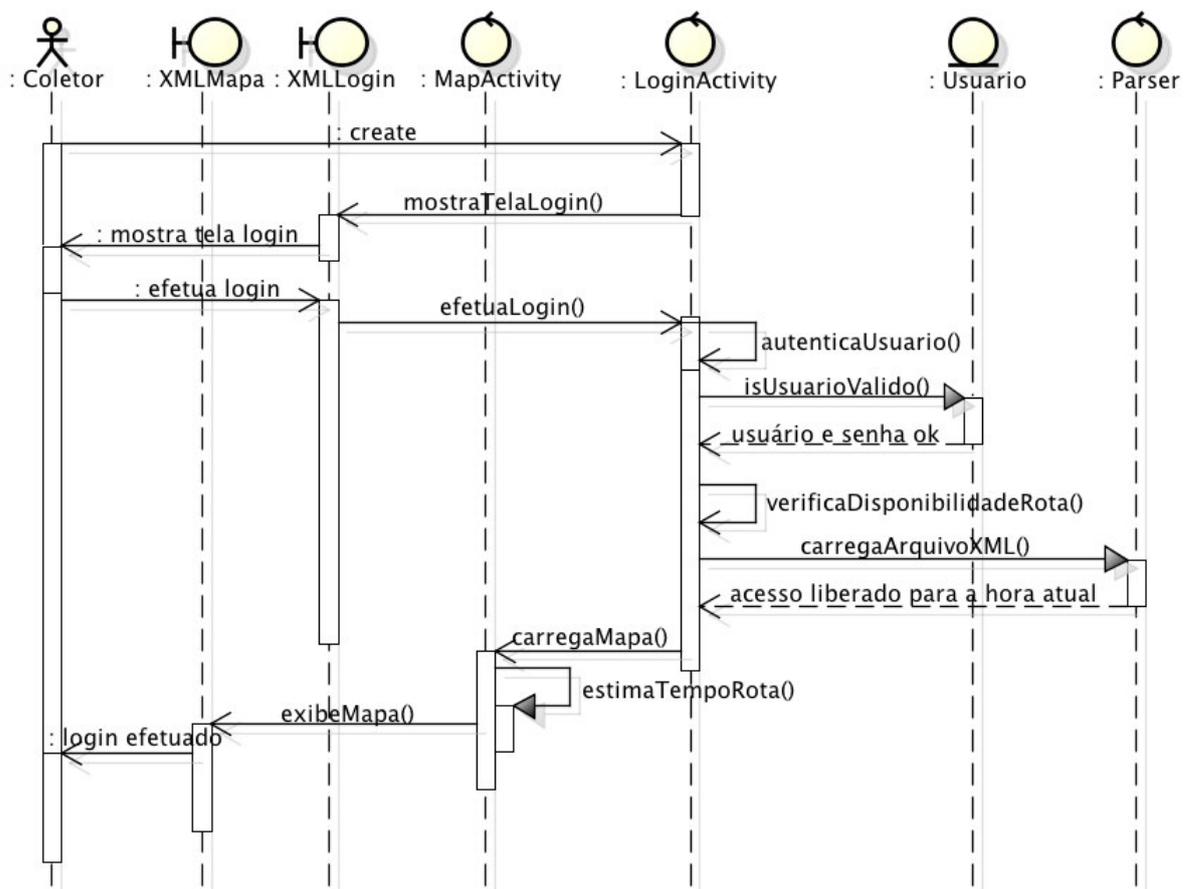


Figura 25: Diagrama de Sequência - Verifica Disponibilidade da Rota

A visão dinâmica representa as interações dos objetos em um sistema (PENDER, 2002) expressando o comportamento desses objetos. É através dessa visão que se expressa as repostas dadas pelo sistema aos eventos (ações) do usuário. Para mostrar essas interações utilizou-se diagramas de sequência. Este tipo de diagrama, que contém um nível de abs-

tração muito próximo da codificação do software, mostra a temporalidade das operações do sistema, conforme visto na seção 3.2.2.3 do capítulo que aborda o S-Rota.

Na Figura 25, temos o diagrama de sequência que representa o caso de uso “Verifica Disponibilidade da Rota”. Nele pode-se perceber que, após a tentativa de login, o S-RotaView faz a verificação da disponibilidade da rota, ou seja, verifica se a hora em que o usuário efetua o login no sistema é compatível com a hora de desbloqueio do arquivo. Caso as horas sejam compatíveis, o acesso ao sistema é liberado e, em seguida, o mapa é carregado.

Outro diagrama mostrado neste trabalho é o diagrama de sequência “Detecta Área do Posto” (Figura 26). São expressas nesse diagrama as interações que ocorrem quando o usuário, o agente coletor, percorre o trajeto sugerido pelo software alterando sua geolocalização. Analisando o diagrama observa-se que, quando o agente chega a um posto de coleta, o tempo é cronometrado pelo sistema. Após finalizada a coleta, o agente segue para o próximo posto e o software encerra a contagem e salva o tempo na base de dados do dispositivo.

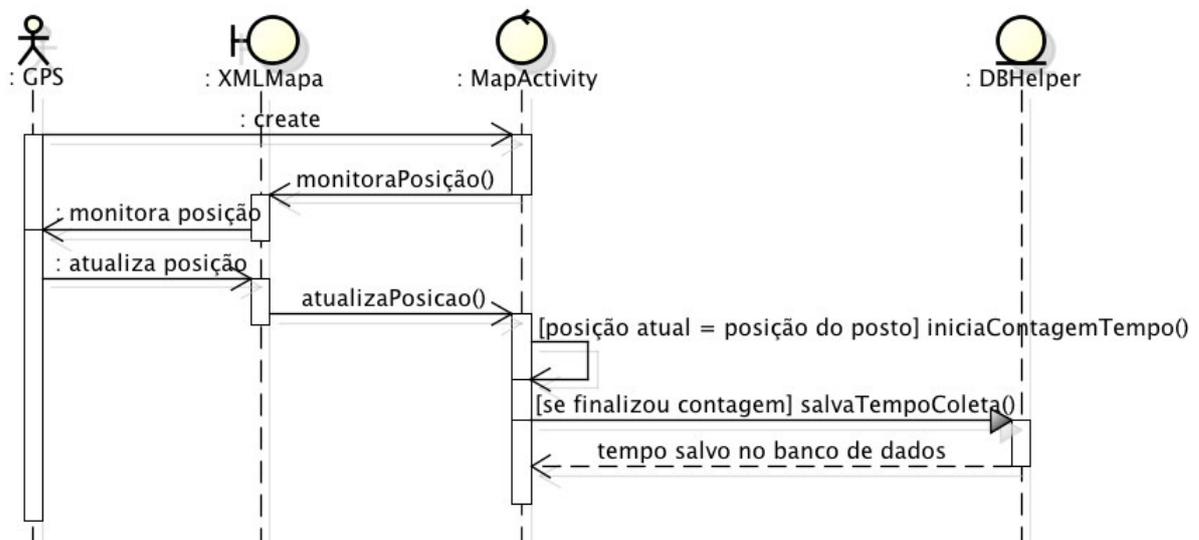


Figura 26: Diagrama de Sequência - Detecta Área do Posto

5.3 Implementação do Software

Seguindo com o processo de construção do protótipo, após finalizada a modelagem, tem-se a etapa de implementação do software, que se dá efetivamente através da codificação em uma linguagem de programação. Para tal implementação optou-se por tecnologias *open source* que tivessem uma boa aceitação no mercado para que, futuramente, ao

contribuam com o presente trabalho, tenham maior possibilidade de encontrar suporte às tecnologias adotadas. A plataforma Android, assunto do capítulo 4, atende a esses requisitos. Essa plataforma de desenvolvimento voltada para ambientes móveis possui vários recursos, onde foram utilizados no protótipo:

- API de Mapas, o *Android Maps*, que possui os principais recursos da API Google Maps para trabalhar com mapas;
- Biblioteca de código-fonte para localização geográfica, a *android.Location*, que possibilita o uso do GPS;
- Banco de dados relacional, o *SQLite*, com a finalidade de persistir os dados para eventuais consultas posteriores;
- Linguagem de programação *Java*, por ser bastante difundida nos meios comercial e acadêmico e, principalmente, por se tratar de uma linguagem *open source*.

Pode-se observar que o Android é uma plataforma bastante robusta, pois traz incorporado a ela vários recursos que a tornam independente, não necessitando de quaisquer outros recursos ou ferramentas para fornecer um ambiente pleno ao desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis.

O S-RotaView foi criado com o objetivo de acompanhar o agente na fase de coleta das amostras de combustíveis. A realização do sorteio e a elaboração da rota acontecem nessa fase e devem ser mantidas em absoluto sigilo. Isso é necessário para evitar vazamento de informações que possam favorecer proprietários de postos de combustíveis, burlando a fiscalização e, dessa forma, mantendo a comercialização de combustível adulterado.

A segurança é uma das propostas do software, que solicita login para acessá-lo, conforme Figura 27. As imagens referentes as telas do S-RotaView, utilizadas neste trabalho, foram geradas pelo emulador da plataforma Android que simula a execução de aplicações em dispositivos móveis.

Após o coletor informar o nome de usuário e senha válidos, o S-RotaView acessa o Módulo Administrador, realizando uma consulta, para saber o horário de liberação da rota, para que seja possível visualizá-la e iniciar o percurso para coleta. O agente acessa duas rotas diariamente, uma referente ao percurso da manhã e outra ao percurso da tarde. Essa restrição visa o sigilo da rota, ou seja, o agente coletor não terá o conhecimento prévio do percurso a ser seguido, evitando possíveis fraudes em virtude de vazamento de

informações. Esse horário se encontra no mesmo arquivo XML que contém as coordenadas dos postos.



Figura 27: Tela de acesso ao S-RotaView

Após a autenticação do usuário é carregado no dispositivo móvel um mapa contendo a localização atual do agente (centralizada no mapa), conforme Figura 28. Nessa tela da aplicação o coletor pode visualizar duas camadas, chamadas de *overlays*: os postos que serão vistoriados e a rota que será traçada. Quando o agente executa a ação para visualizar os postos (clique num botão), o S-RotaView, além de exibir uma marcação no mapa indicando a posição geográfica de cada posto, também estima o tempo para completar o trajeto da coleta.

Para que se entenda como esse tempo é calculado é necessário se conhecer o cálculo das distâncias entre os postos, pois o cálculo do tempo utiliza estas distâncias. Existem várias formas de se obter a distância entre dois pontos na superfície terrestre. O protótipo utiliza a Fórmula de Haversine (SINNOTT, 1984), cujo termo haversine vem de *half versine* que significa seno reverso. Sendo assim existe a relação

$$\frac{1 - \cos(A)}{2} = \text{sen} \left(\frac{A}{2} \right) \cdot \text{sen} \left(\frac{A}{2} \right). \quad (5.1)$$

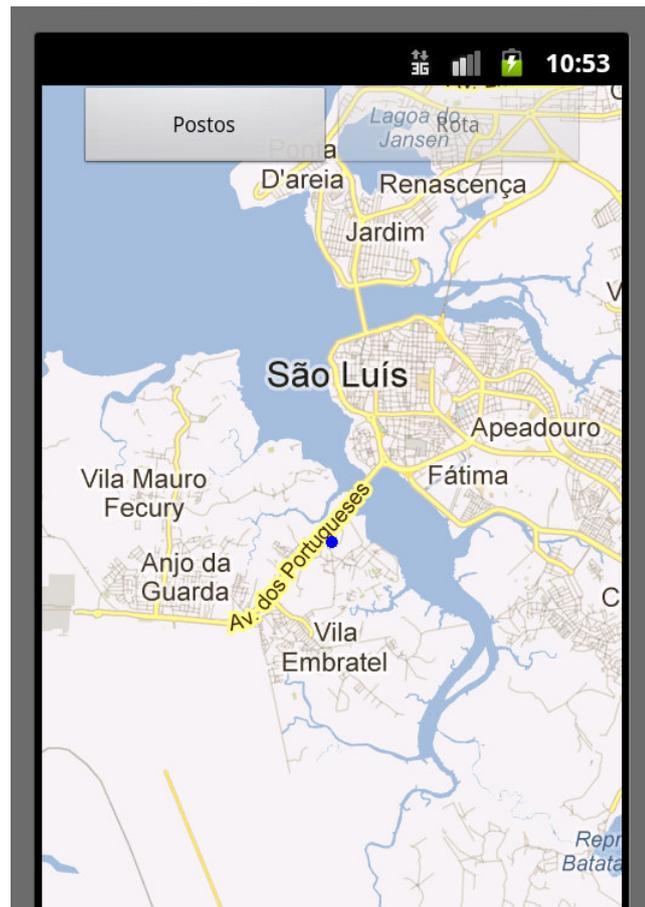


Figura 28: Visualização do Mapa – posição atual do dispositivo

O cálculo para determinação da distância utilizando a Fórmula de Haversine utiliza $\Delta lat = lat_2 - lat_1$ e $\Delta lng = lng_2 - lng_1$. Assim tem-se

$$\text{sen}^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \text{sen}^2\left(\frac{\Delta lng}{2}\right) \quad (5.2)$$

Assumindo “a” igual a (5.2) tem-se

$$2 \cdot \arctan \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{1-a}} \quad (5.3)$$

Substituindo na Fórmula de Haversine (5.3) por “c” obtem-se a distância como sendo

$$R \cdot c, \quad (5.4)$$

onde R é o raio da Terra igual a 6371 Km.

O Android implementa a Fórmula de Haversine, para determinação da distância entre dois pontos, através do método estático “distanceBetween”, que possui os seguintes parâmetros:

- double startLatitude - latitude do primeiro ponto;
- double startLongitude - longitude do primeiro ponto;
- double endLatitude - latitude do segundo ponto;
- double endLongitude - longitude do segundo ponto;
- float[] results - guarda o resultado do cálculo na primeira posição do vetor.

O cálculo do tempo baseia-se na distância entre os postos e é calculado através da velocidade média, conforme mostrado pelo algoritmo em seguida:

```
begin
  VELOCIDADE_MEDIA_PERCURSO := 60;
  comment: dada em Km/h
  TEMPO_MEDIO_COLETA := 0.25;
  comment: representa 1/4 de hora igual a 15 min
  TAM := tamanho_da_lista_de_postos;
  distancia := 0.00;
  for i := 1 to TAM - 1 step 1 do
    distancia := distancia + calculaDistancia(elemento_i_da_lista, elemento_(i + 1)_da_lista);
    comment: lista é a coleção de postos contendo suas coordenadas
  end
  tempo := (distancia/VELOCIDADE_MEDIA_PERCURSO)
           + ((TAM-1) * TEMPO_MEDIO_COLETA);
end
```

Para que o algoritmo funcione adequadamente é necessário que a lista com os postos esteja ordenada de acordo com a ordem que os postos são visitados. Dessa forma obtém-se a distância percorrida pelo agente da coleta.

Analisando a Figura 29 observa-se uma ordem numérica nos postos. Essa ordem está presente no arquivo XML gerado pelo Módulo Administrador, que ao gerar a rota para o coletor também determina a ordem dos postos no percurso através da heurística da Colônia de Formigas aplicada ao PCV conforme mostrado no capítulo 3. Então o S-RotaView recupera do arquivo as coordenadas geográficas dos postos (latitude e longitude) e a ordem desses postos na rota. As informações do arquivo XML podem ser visualizadas na Figura 30. A ordem dos postos se encontra no atributo “grade” da tag “marker” do

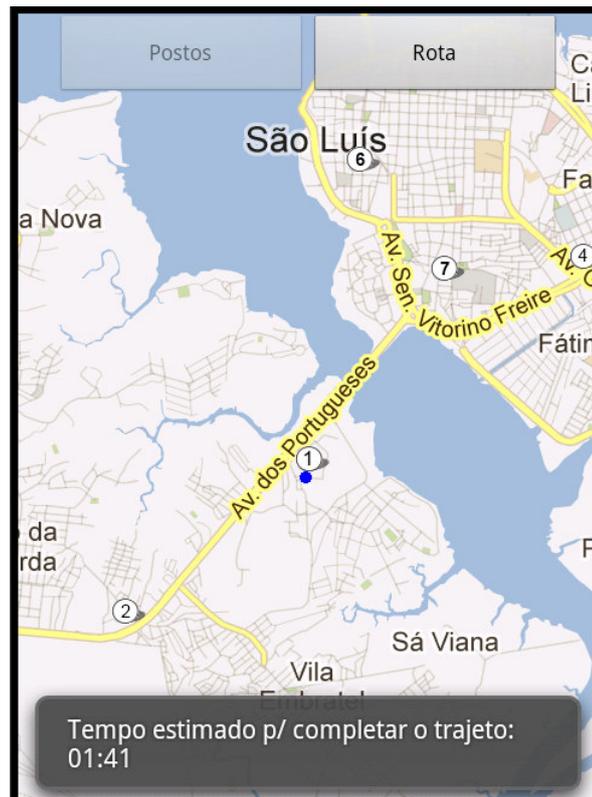


Figura 29: Visualização do Mapa – cálculo do tempo de percurso

arquivo XML. A hora de desbloqueio está presente no atributo “hora” da tag “config1”.

```
<?xml version="10" encoding="utf-8"?>
<config1 hora="12:14">
  <number numpoints="7" numwpts="2" />
  <markerlm lat="-2.5653797" lng="-44.3203496" description="Ponto Inicial" />
  <markerlm lat="-2.5408709" lng="-44.2976903" description="Ponto Final" />
  <markers>
    <marker name="Ufma" lat="-2.55443" lng="-44.307271" grade="1"/>
    <marker name="posto A" lat="-2.5349973" lng="-44.2848587" grade="5"/>
    <marker name="posto B" lat="-2.5330251" lng="-44.3037414" grade="6"/>
    <marker name="posto C" lat="-2.5653797" lng="-44.3203496" grade="2"/>
    <marker name="posto D" lat="-2.5408709" lng="-44.2976903" grade="7"/>
    <marker name="posto E" lat="-2.5490168" lng="-44.2819404" grade="3"/>
    <marker name="posto F" lat="-2.540000" lng="-44.287778" grade="4"/>
  </markers>
</config1>
```

Figura 30: Arquivo XML - coordenadas dos postos

Tendo o conhecimento dos postos que serão vistoriados o agente poderá, também através do aplicativo, traçar a rota que percorrerá. A Figura 31 mostra a rota desenhada

pelo aplicativo.

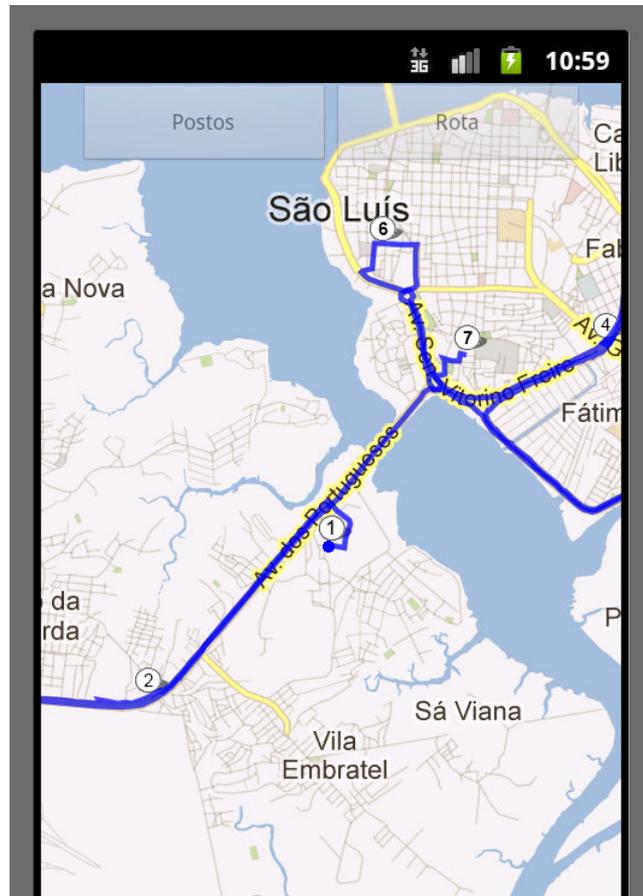


Figura 31: Visualização do Mapa – exibição da rota

Além das funcionalidades já mostradas nesta seção, o software também atua no momento da coleta da amostra de combustível, onde o coletor se encontra num posto para fazer a vistoria. Quando o agente se encontra nas imediações do posto que será vistoriado, o aplicativo inicia uma contagem de tempo. Entenda-se por imediações do posto uma área num raio de 10 (dez) metros ao seu redor. A comparação entre duas posições geográficas se faz da seguinte forma: estabelece-se uma tolerância e calcula-se a distância entre as coordenadas; quando a distância entre elas é menor ou igual a tolerância considera-se que estão na mesma posição. Neste caso dez (metros) é a tolerância.

Essa cronometragem representa, teoricamente, o tempo gasto na coleta. Este tempo é muito relevante para que se tenha uma maior eficácia do PMQC, pois através do seu registro pode-se chegar a uma média efetiva do tempo de coleta. Dessa forma, através de um parâmetro, pode-se determinar se uma coleta foi rápida demais ou muito demorada, onde se levantaria suspeitas e abriria precedentes para averiguações, ou até mesmo investigações, dos processos de coleta com essas características.

Finalizada a coleta da amostra de combustível o agente tem a opção de informar ao software a situação da coleta através de uma lista sugerida pelo aplicativo, podendo ser observado através da Figura 32. No momento que o agente se retira do posto e sai do raio de dez metros, a contagem do aplicativo é finalizada.

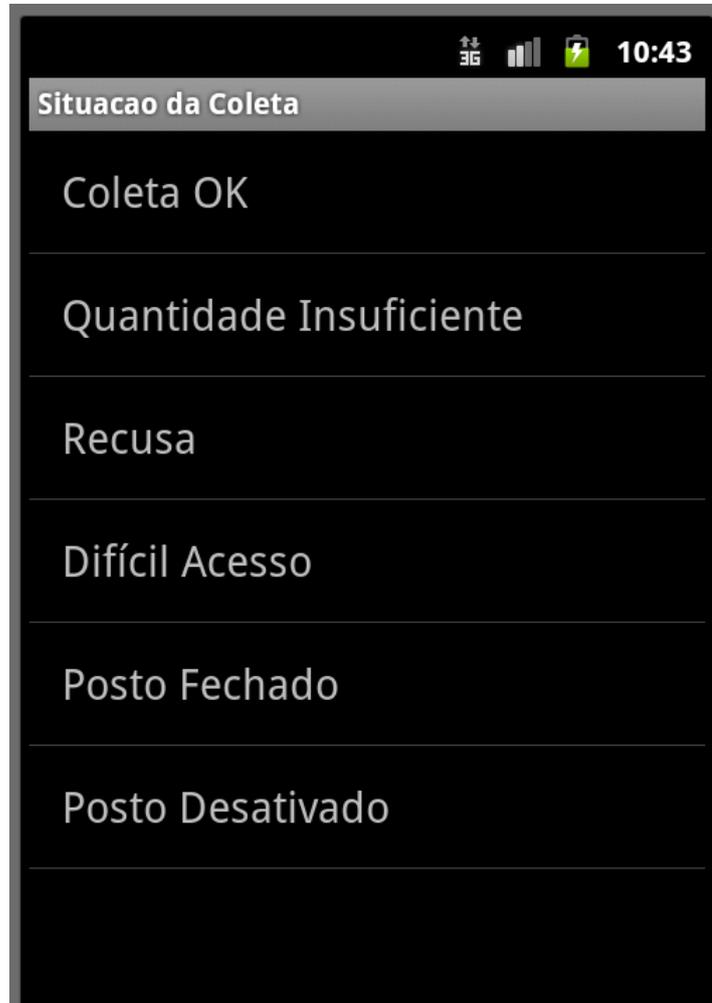


Figura 32: Tela correspondente a situação da coleta

6 Conclusão

Este trabalho apresentou um complemento para o S-Rota, uma solução criada entre a parceria LSI/LAPQAP. O S-RotaView é um protótipo para auxílio do agente coletor na fase da Coleta de Amostras de Combustíveis do Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis, da ANP. Na sua construção utilizou-se a Plataforma Android que possui vários recursos disponíveis ao desenvolvedor. Este protótipo fornece ao agente coletor um serviço de acordo com a localização do usuário: a contagem do tempo de coleta.

Demonstrou-se que o software utiliza a infraestrutura do GPS para determinar a localização do usuário em tempo real e a infraestrutura da web, pois acessa o Módulo Administrador para recuperar as coordenadas dos postos presentes num arquivo XML gerado com os dados dos postos presentes na base de dados deste módulo.

O software também preenche lacunas de segurança, pois com a contagem automática do tempo pode-se ter o controle do tempo gasto pelo agente na coleta e detectar intervalos incomuns a coleta, podendo-se tomar medidas adequadas à situação.

Com a utilização do protótipo conjectura-se os seguintes resultados:

- Aumento da eficiência do processo de coleta, diminuindo a intervenção do usuário neste processo;
- Melhoria da segurança do processo de coleta com a cronometragem do tempo da coleta realizada pelo agente;
- Possibilidade de se extrair relatórios com as situações das coletas por postos, podendo servir de insumo para alguma ação como, *e.g.*, priorizar a fiscalização nos postos onde não foi possível a coleta das amostras;
- Possibilita o monitoramento da posição do usuário pelo Módulo Administrador, pois o aplicativo possui a informação da posição atual do agente coletor das amostras.

Diante destes resultados, conclui-se que o S-Rota View atende as necessidades do agente na fase de CAC. No entanto, percebe-se algumas limitações do protótipo:

- Não considera as condições de tráfego para determinação do tempo de percurso do agente;
- Não oferece suporte a desconexão, ou seja, caso caia a conexão, ou até mesmo não exista sinal de rede na localidade o coletor não poderá acessar o conjunto de postos a ser vistoriado no dado turno;
- Suscetível a descarga do dispositivo móvel, pois rede e GPS consomem muita carga da bateria.

Com essas limitações, sugerem-se algumas melhorias para trabalhos futuros:

- Implementar a independência de rede, pois para o Módulo Coletor funcionar é necessário apenas possuir o mapa com o conjunto de postos a ser trabalhado, podendo perfeitamente trabalhar *off line*;
- Incluir a variável “tráfego” no cálculo que determina o tempo gasto para percorrer os postos;
- Criar uma rotina de sincronização com o Módulo Administrador para enviar os dados da base do dispositivo móvel, referente as coletas, para a base do servidor.
- Aumentar a segurança do processo deixando para o conhecimento do coletor apenas o próximo posto a ser vistoriado, tendo acesso a visualização de um posto por vez.

Referências

- ABLESON, W. F.; COLLINS, C.; SEN, R. **Android em Ação**. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.
- ALVES, A. F. A. Adulteração de combustíveis: aspectos jurídicos e responsabilidades. **5^o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Outubro 2009.
- ALVES, V. R. F.; NETO, H. B. A.; XAVIER, Y. M. Responsabilidade civil e proteção ao consumidor no mercado brasileiro de combustíveis. **5^o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Outubro 2009.
- ANP. **Folder - Programas de Monitoramento da Qualidade**. 2010. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=59144>. Acesso em: 17 de abril de 2012.
- ANP. **Folder Institucional da ANP - Português**. 2010. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?id=268>. Acesso em: 11 de abril de 2012.
- ANP. **Cartilha do Posto Revendedor de Combustíveis**. 2011. Disponível em: www.anp.gov.br/?dw=3796. Acesso em: 11 de abril de 2012.
- ANP. **P&D - Investimento em pesquisa e desenvolvimento para petróleo, gás natural e biocombustíveis**. 2011. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?id=594>. Acesso em: 11 de abril de 2012.
- ANP. **Boletim Bimestral do Monitoramento dos Lubrificantes**. 2012. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?dw=60350>. Acesso em: 20 de maio de 2012.
- ANP. **Boletim Mensal do Monitoramento dos Combustíveis Líquidos Automotivos**. 2012. Disponível em: www.anp.gov.br/?dw=59904. Acesso em: 17 de abril de 2012.
- ANP. **Importações e Exportações (barris equivalentes de petróleo)**. 2012. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?dw=8475>. Acesso em: 11 de abril de 2012.
- ANP. **Postos revendedores autuados e/ou interditados por problemas de qualidade dos combustíveis**. 2012. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/?pg=13478>. Acesso em: 15 de novembro de 2012.
- BARRADAS, A. O. **Abordagem Baseada na Heurística de Colônia de Formigas para Elaboração de Rotas na Fase de Coleta de Amostras de Combustíveis**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2009.
- COELHO, L. S.; NETO, R. F. T. Colônia de formigas: Uma abordagem promissora para aplicações de atribuição quadrática e projeto de layout. **XXIV ENEGEP**, Novembro 2004.

- CORREA, P. J. M. G. *et al.* Sistema multiagente de apoio a tomada de decisão para controle da qualidade de combustíveis. **5^o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Outubro 2009.
- DIMARZIO, J. F. **Android: A Programmer's Guide**. [S.l.]: McGraw-Hill Companies, 2008.
- FIGUEIREDO, C.; NAKAMURA, E. **Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios**. 2003. 16-28 p.
- GOOGLE. **API Reference**. 2012. Disponível em: <http://developer.android.com/reference/packages.html>. Acesso em: 15 de maio de 2012.
- GUEDES, G. T. A. **UML 2: Uma abordagem prática**. 1^a. ed. [S.l.]: Editora Novatec, 2009.
- HUERTA, E.; MANGIATERRA, A.; NOGUERA, G. **GPS: Posicionamiento Satelital**. 1^a. ed. [S.l.]: UNR Editora, 2005.
- LAPQAP. **Apresentação do LAPQAP**. 2011. Disponível em: http://www.nepe.ufma.br/NOVO_LAPQAP/paginas/apresentacao.html. Acesso em: 22 de abril de 2012.
- LAWRENCE, S. R.; SEWELL, E. C. **Heuristic, optimal, static, and dynamic schedules when processing times are uncertain**. 1997. 71-82 p.
- LECHETA, R. R. **Google Android: aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK**. 2^a. ed. São Paulo: Editora Novatec, 2010.
- LECHETA, R. R. **Google Android para tablets: aprenda a desenvolver aplicações para o Android, de smartphones a tablets**. 1^a. ed. [S.l.]: Editora Novatec, 2012.
- MARQUES, D. B. *et al.* Sistema de monitoramento e controle da qualidade de combustíveis. **5^o Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás**, Outubro 2009.
- MATOS, P. P.; CARMO, M. B.; AFONSO, A. P. Visualização de informação georeferenciada em dispositivos móveis. **Encontro Português de Computação Gráfica**, 2007.
- PENA, A. C. F.; SILVA, C. E. S. da. **Serviços de Localização Baseados em Computação Móvel**. Dissertação (Mestrado) — Universidade da Amazônia, Belém, 2001.
- PENDER, T. A. **UML Weekend Crash Course**. New York: Wiley Publishing, Inc., 2002.
- RÊGO, A. S. **Um Comparativo entre Heurísticas de Otimização do Problema do Melhor Caminho Aplicado ao Software S-Rota**. Monografia (Graduação) — UFMA, São Luís, 2010.
- RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. **The Unified Modeling Language Reference Manual**. Massachusetts: Addison Wesley Longman, Inc., 1999.
- SACRAMENTO, V.; ENDLER, M.; SOUZA, C. A privacy service for location-based collaboration among mobile users. **Journal of the Brazilian Computer Society**, 2008.

SANTOS, Í. M. C.; SILVA, L. S.; MONTEIRO, J. M. Aplicações baseadas em localização utilizando dispositivo móvel: um estudo de caso. 2006.

SINNOTT, R. W. Virtues of the haversine. **Sky and Telescope**, v. 68, 1984.

ANEXO A – Resolução ANP n° 8, de 9.2.2011 - DOU 10.2.2011

O DIRETOR-GERAL da AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP, no uso de suas atribuições legais, tendo em vista as disposições da Lei n° 9.478, de 06 de agosto de 1997, e a Resolução de Diretoria n° 115, de 08 de fevereiro de 2011,

Considerando que compete à ANP implementar a política nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo, gás natural e seus derivados, e de biocombustíveis, em todo o território nacional, e na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de produtos;

Considerando o disposto na Lei n° 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis e estabelece sanções administrativas; e

Considerando o disposto na Lei n° 8.884, de 11 de junho de 1994, que dispõe sobre a prevenção e a repressão às infrações contra a ordem econômica;

Resolve:

DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1° Ficam regulamentados os Programas de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), de Lubrificantes (PMQL) e de Aditivos (PMQA).

Parágrafo único. O Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis (PMQC), regulamentado pela Resolução ANP n° 29, de 26 de outubro de 2006, passará a ser regido pelas disposições estabelecidas nesta Resolução.

DAS DEFINIÇÕES

Art. 2° Para os fins desta Resolução ficam estabelecidas as seguintes definições:

I - aditivo para combustíveis automotivos: produto constituído de um ou mais componentes ativos, com ou sem diluente, que agrega propriedades benéficas ao combustível automotivo.

II - aditivo para óleo lubrificante acabado: produto destinado ao consumidor final e que é adicionado diretamente ao óleo lubrificante acabado com a finalidade de melhorar suas propriedades.

III - agente econômico: revendedor de combustível, produtor, revendedor e importador de óleo lubrificante acabado e/ou de aditivo, distribuidor, Transportador-Revendedor-Retalhista (TRR), usina de álcool ou etanol e/ou produtor de biodiesel.

IV - coletor: pessoa física responsável pela coleta de amostras nos agentes econômicos.

V - combustível automotivo: combustível destinado ao uso automotivo especificado de acordo com a legislação vigente.

VI - graxa lubrificante: combinação semi-sólida de óleos básicos e agentes espessantes adequada para tipos específicos de lubrificação.

VII - óleo lubrificante acabado: produto formulado a partir de óleo lubrificante básico ou de mistura de óleos lubrificantes básicos, podendo ou não conter aditivos.

VIII - Manual de Procedimentos dos Programas de Monitoramento da Qualidade: documento que contém diretrizes técnicas e operacionais para realização dos serviços contratados de coleta, transporte e análises físico-químicas de amostras de produtos.

IX - Programa de Monitoramento da Qualidade dos Aditivos: programa que contempla a coleta, o transporte e a realização de análises físico-químicas de amostras de aditivos para combustíveis automotivos e de aditivos para óleos lubrificantes acabados.

X - Programa de Monitoramento da Qualidade dos Lubrificantes: programa que contempla a coleta, o transporte e a realização de análises físico-químicas de amostras de óleos lubrificantes acabados e graxas lubrificantes.

XI - Programa de Monitoramento da Qualidade dos Combustíveis: programa que contempla a coleta, o transporte e a realização de análises físico-químicas de amostras de combustíveis automotivos.

DA EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE

Art. 3º Os Programas de Monitoramento da Qualidade de que trata esta Resolução terão abrangência em todo território nacional e serão de responsabilidade da Superin-

tendência de Biocombustíveis e de Qualidade de Produtos (SBQ).

Parágrafo único. Os principais objetivos dos Programas de Monitoramento são o levantamento dos indicadores gerais da qualidade dos combustíveis, óleos lubrificantes acabados, graxas lubrificantes, aditivos para óleo lubrificante acabado e aditivos para combustíveis automotivos comercializados no País, bem como a identificação de focos de não-conformidade, visando orientar e apoiar as ações de fiscalização realizadas pela ANP ou por órgãos conveniados.

Art. 4º Os Programas de Monitoramento da Qualidade abrangem os serviços de coleta, transporte e análises físico-químicas de amostras, que serão realizados pelo Centro de Pesquisas e Análises Tecnológicas (CPT) e pelas instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas pela ANP por meio de processo licitatório.

§ 1º A contratação das instituições de ensino e/ou de pesquisa para coleta, transporte e análise de amostras no âmbito dos Programas de Monitoramento da Qualidade será realizada por meio de processo licitatório e deverá levar em consideração a experiência em análise e pesquisa na área de combustíveis automotivos e lubrificantes.

§ 2º A ANP poderá, a qualquer tempo, submeter as instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas à auditoria de qualidade, a ser executada pela ANP ou por terceiros contratados ou conveniados com a ANP, relativamente aos procedimentos e equipamentos de medição que tenham impacto sobre a qualidade e a confiabilidade dos serviços de que trata esta Resolução.

§ 3º As instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas para execução dos Programas de Monitoramento da Qualidade deverão comprometer-se a buscar acreditação junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, segundo os requisitos da norma ABNT ISO/IEC NBR 17025.

§ 4º Os contratos celebrados entre a ANP e as instituições de ensino e/ou de pesquisa conterão cláusula assegurando a manutenção, por parte das instituições de ensino e/ou de pesquisa, seus sócios, técnicos, funcionários e colaboradores, da confidencialidade quanto aos dados e informações que venham a tomar conhecimento na prestação dos serviços objeto do contrato firmado, os quais deverão ser considerados e tratados de maneira sigilosa, sob pena de responsabilização civil e criminal em caso de eventual vazamento de quaisquer dados e informações.

§ 5º A ANP publicará em seu sítio na Internet a relação das instituições contratadas para execução dos Programas de Monitoramento da Qualidade de que trata a presente

Resolução.

Art. 5º As instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas deverão observar as diretrizes técnicas e operacionais contidas no Manual de Procedimentos dos Programas de Monitoramento da Qualidade.

Parágrafo único. A ANP poderá rever, a qualquer tempo, as informações contidas no Manual de Procedimentos dos Programas de Monitoramento da Qualidade de que trata o caput deste artigo, devendo disponibilizar em seu sítio na Internet a versão atualizada deste documento.

DA COLETA E DO TRANSPORTE DE AMOSTRAS

Art. 6º Os agentes econômicos ficam obrigados a permitir, sem ônus para a ANP ou para as instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas, a coleta de amostras de combustíveis, óleos e graxas lubrificantes, e aditivos para óleos lubrificantes acabados e para combustíveis automotivos, para fins de análise no âmbito dos Programas de Monitoramento da Qualidade objeto desta Resolução.

Parágrafo único. Os agentes econômicos ficam obrigados a apresentar as notas fiscais e/ou o Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica (DANFE) de aquisição dos combustíveis, óleos e graxas lubrificantes, e aditivos para óleos lubrificantes acabados e para combustíveis automotivos objetos de coleta.

Art. 7º A coleta de amostras será realizada nos agentes econômicos indicados pela ANP em qualquer dia da semana, inclusive sábados, domingos e feriados.

Parágrafo único. Os critérios de coleta de amostras serão estabelecidos pela ANP no contrato administrativo de prestação de serviços a ser celebrado com as instituições de ensino e/ou de pesquisa vencedoras do processo licitatório.

Art. 8º No ato da coleta das amostras, o coletor deverá apresentar identificação, conforme modelo constante do Anexo I desta Resolução.

Art. 9º O coletor deverá emitir comprovante de coleta para cada produto coletado, conforme modelo constante do Anexo II desta Resolução.

Art. 10. Fica vedado o acesso do coletor às informações sobre os resultados das análises das amostras coletadas.

Art. 11. As instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas ficam obrigadas a observar as regras vigentes relacionadas com o transporte de produtos perigosos.

Art. 12. As instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas para coleta, transporte e análise físico-química de amostras deverão manter junto à ANP relação atualizada de todos os coletores de amostras, bem como de toda a equipe técnica envolvida na prestação do serviço.

DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS COLETADAS

Art. 13. Os resultados das análises das amostras coletadas no âmbito dos Programas de Monitoramento da Qualidade de que trata esta Resolução destinam-se exclusivamente à verificação da conformidade aos parâmetros estabelecidos nas especificações técnicas da ANP.

Art. 14. Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas amostras coletadas pertencem exclusivamente à ANP, podendo ser utilizados a critério da ANP para fins de pesquisa científica.

Art. 15. As instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas deverão participar obrigatoriamente dos programas de comparações interlaboratoriais organizados pela ANP, com o objetivo de determinar o seu desempenho na realização das atividades contratadas.

Art. 16. Na hipótese de as instituições de ensino e/ou pesquisa contratadas realizarem análises físico-químicas de amostras de óleos lubrificantes acabados, graxas lubrificantes e aditivos para combustíveis automotivos e para óleos lubrificantes acabados, a ANP assegura que os dados relativos à composição desses produtos não serão transmitidos às instituições de ensino e/ou de pesquisa contratadas.

DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 17. A ANP divulgará em seu sítio na Internet, em boletim próprio, os resultados dos Programas de Monitoramento da Qualidade de que trata o art. 1º desta Resolução.

Art. 18. O não atendimento ao disposto nesta Resolução sujeita os infratores às penalidades previstas na Lei nº 9.847, de 26 de outubro de 1999, no Decreto nº 2.953, de 28 de janeiro de 1999, e na legislação atinente às contratações administrativas, sem prejuízo das responsabilidades de natureza civil e penal.

Art. 19. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 20. Fica revogada a Resolução ANP nº 29, de 26 de outubro de 2006.

HAROLDO BORGES RODRIGUES LIMA

ANEXO B – Modelo de comprovante de coleta de amostras

LOGOTIPO DA ANP	RECIBO DE COLETA DE AMOSTRA	LOGOTIPO DA INSTITUIÇÃO CONTRATADA
<p>Recebemos do agente econômico [razão social], [CNPJ], amostra de cada produto marcado abaixo, para execução do Programa de Monitoramento em atendimento à Resolução ANP nº [nº], DOU [data].</p> <p> <input type="checkbox"/> Gasolina C Comum <input type="checkbox"/> Etanol Combustível <input type="checkbox"/> Lubrificantes <input type="checkbox"/> Gasolina C Aditivada <input type="checkbox"/> Óleo Diesel B Comum <input type="checkbox"/> Aditivo para combustíveis <input type="checkbox"/> Gasolina Premium <input type="checkbox"/> Óleo Diesel B Aditivado <input type="checkbox"/> Outro produto (_____) </p>		
<p>O presente recibo de coleta de amostra do(s) produto(s) acima indicado(s) não assegura a sua conformidade às especificações estabelecidas pela ANP, o que somente pode ser verificado após a realização das análises físico-químicas pertinentes.</p>		
Data da coleta:		[data da coleta]
Responsável pela coleta:		[nome do coletor]
<p>RESPONSÁVEL PELA COLETA (ASSINATURA)</p>		