

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

SISTEMA MULTIAGENTE DE APOIO A TOMADA DECISÃO PARA CONTROLE DA QUALIDADE DE COMBUSTÍVEIS

AUTORES:

Paulo José Melo Gomes Correa¹, Delano Brandes Marques², Osevaldo Farias², Glene H. R. Cavalcante³, Sofiane Labidi², Aldalea B. Marques³, Allan Kardec D. Barros^{1*}

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Maranhão – UFMA, CCET: DETQI e DEE

¹Laboratório de Processamento da Informação Biológica – PIB

²Laboratório de Sistemas Inteligentes – LSI

³Lab.de Análises e Pesquisa em Química Analítica de Petróleo e B combustíveis – LAPQAP

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 5ºPDPETRO.

SISTEMA MULTIAGENTE DE APOIO A TOMADA DECISÃO PARA CONTROLE DA QUALIDADE DE COMBUSTÍVEIS

Abstract

This work has as objective the development of communication among agents of the SIMCQC (Monitoring and Quality Control System of Fuel), previously projected to give support for the decision taking during monitoring and quality control of fuels. Beyond the communication, we present a prototype of the specifications, proposed in previous works, and two new agents are included: the first one can monitor and capture the analyzed data and the second one supplies an control graphical interface of operations for the laboratory technician. Framework JADE is used for both, the Ontologia description and the development of SIMCQC agents, which offer a communication mechanism that makes possible encapsulation of the messages transmitted into the society of agents. In this sense, all other agents of SIMCQC can start using from now the ontology through the AGIL-PASSI methodology for the management of phases and stages of the system development.

Kew Words: Multiagent System, Ontology, JESS.

Introdução

A Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustível do Brasil (ANP), com o objetivo de proteger os interesses dos consumidores em relação à qualidade dos derivados do petróleo comercializados no país instituiu em 1988 o Programa de Monitoramento e Controle da Qualidade de Combustíveis (PMQC), atendendo uma de suas atribuições especificadas no Art. 8º da Lei nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo).

Através de convênios firmados com universidades e instituições publicas em todo o país, a ANP alcançou em 2005, a extensão do PMQC em toda a extensão territorial (mais de 26.000 postos de combustível até então), compreendendo 23 laboratórios contratados, entre eles o da UFMA (através do Laboratório de Análise e Pesquisa em Química Analítica de Petróleo (LAPQAP), para a realização das análises de combustíveis [ANP, (2009), LAPQAP, (2009)]. Os laboratórios contratados pela ANP, realizam as atividades de coleta e análises químicas através do uso de normas e especificações estabelecidas pela ANP, e tendo como referência o laboratório oficial da ANP (CPT-ANP, Brasília-DF), após o que, os resultados são enviados para o Escritório Central da Agência, no Rio de Janeiro. Em termos de Qualidade de Combustíveis, a Universidade Federal do Maranhão – UFMA é o representante legal da ANP no estado do Maranhão.

Com o objetivo de melhorar processo de análises químicas realizado pelo LAPQAP, o presente trabalho propõe, além da adição de uma *Ontologia* para a comunicação dos agentes do SIMCQC (Sistema de Monitoramento e Controle da Qualidade do Combustível), proposto inicialmente por MARQUES [2004] e SILVA [2008, 2009], a inclusão de novos agentes. Ressalta-se que este trabalho insere melhorias na arquitetura do SIMCQC proposto anteriormente, preservando as soluções baseadas na área da Inteligência Artificial (IA).

Novo Sistema Proposto

Visando aperfeiçoar o processo das análises químicas realizado pelo Laboratório de Análise e Pesquisa em Química Analítica de Petróleo (LAPQAP) da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, o presente trabalho trata da inclusão de novos requisitos funcionais no SIMCQC. Para esse sistema, uma das extensões mais significativas foi a modelagem e implementação de uma *Ontologia*.

Onde esta organiza toda a terminologia da análise de combustíveis para representar o conhecimento do universo da aplicação manipulado pelos agentes. Nas propostas anteriores, [MARQUES 2004] e SILVA [2008, 2009], o conhecimento dos agentes era trocado por meio de simples mensagens de texto. Adicionalmente à *Ontologia*, foi necessária a participação de dois novos agentes, O agente Irox, responsável por efetuar a captura dos dados gerados pelo , o agente Supervisor, que organiza os dados recebidos pelos agentes irox e destilador e simultaneamente monitora os agentes mencionados anteriormente, e o agente interface, que prove uma interface gráfica para acessar as funcionalidades do sistema. Com isso, baseado na arquitetura proposta por SILVA[2008, 2009] e modificada por este trabalho, os agentes da sociedade utilizam a *Ontologia* como mecanismo de comunicação, transmitindo pacotes utilizando os termos da ontologia ao invés de mensagens de texto. Nesse sentido, todo o esforço dessa pesquisa pode ser sintetizado nas melhorias inseridas na comunicação dos agentes, no nível de complexidade das mensagens trocadas e no mecanismo de cooperação da sociedade de agentes do sistema SIMCQC. Para controle e gerenciamento dos novos requisitos e análise dos possíveis refinamentos na arquitetura do SIMCQC, utiliza-se a metodologia *AGIL-PASSI* [CHELLA, 2006].

Metodologia

Para alcançarmos o objetivo deste trabalho foi utilizada a metodologia *AGIL-PASSI* [CHELLA, 2006]. Sua escolha foi motivada pela simplicidade e velocidade no desenvolvimento de SMAs que a metodologia oferece, promovendo rápidos incrementos e ciclos iterativos, aspectos considerados adequados para o escopo desta pesquisa que é a extensão de um sistema já planejado, além de promover o trabalho cooperativo entre os programadores e clientes. Tornando ágil o processo de aprendizado das possíveis modificações no decorrer do trabalho.

AGIL-PASSI (An Agile Process for Designing Agents)

A *AGIL-PASSI* [CHELLA, 2006] é uma metodologia que descreve técnicas de desenvolvimento de sistemas multiagentes com base em notação *UML*¹ e esta dividida em 5 fases: 1) A criação de um modelo de Descrição dos Requisitos do Domínio (DRD), onde as funcionalidades do sistema são exploradas extraindo os recursos hierárquicos; 2) Os produtos da fase anterior, como casos de uso, são agrupados identificando as responsabilidades de cada agente, gerando assim o diagrama de Identificação dos Agentes (AId); 3) A criação da Descrição da Ontologia do Domínio (DOD), com sua definição é possível ter uma visão de um domínio conceitual no nível de compreensão do agente, produzindo assim uma solução mais próxima da realidade; 4) A fase de Reuso do Código (CR) onde é gerado todo código que poderá ser reutilizado por outros sistemas, a *Ontologia* no caso do sistema; e 5) A fase de Teste da referida aplicação em um ambiente simulação, para as devidas correções.

Descrição dos Requisitos do Domínio (DRD)

Para iniciar o processo de modelagem, na primeira fase cria-se um modelo de descrição dos requisitos do domínio (DRD) em notação *UML* conforme dito anteriormente, onde este descreve os comportamentos externos da aplicação. Este foi modelado a partir das entrevistas realizadas com o

¹ Unified Modeling Language – trata-se de uma linguagem de desenvolvimento de terceira geração com o objetivo de documentar, estruturar e especificar a lógica de desenvolvimento de um sistema de informação.

técnico de laboratório. Tem como objetivo descrever quais ações serão realizadas pela aplicação. A partir dessa análise, foi possível alcançar a primeira fase, onde se pode observar na figura 1:

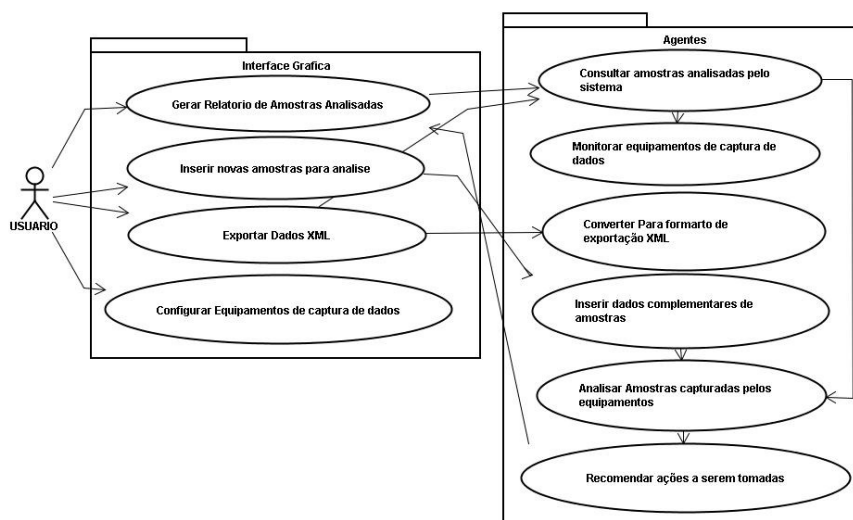


Figura 1 – Descrição dos Requisitos do Domínio.

Na figura 1 acima, podemos verificar as ações que o sistema irá prover como: analisar amostras, criar relatório de análises, configurar equipamentos de captura de dados e inserir novos dados de amostras. Através destes requisitos será possível identificar os agentes e seus papéis dentro da sociedade.

Identificação dos Agentes (AId)

A segunda fase da *AGIL-PASSI* [CHELLA, 2006] tem como objetivo criar um modelo de identificação dos Agentes (AId) onde nele, são demonstrados os agentes da sociedade, suas devidas responsabilidades e papéis dentro da mesma. Na figura 2 pode-se ver o papel e a interação que cada agente desenvolverá dentro da sociedade.

A figura 1 mostra a identificação dos papéis de cada *Agente* separado por pacotes dentro da sociedade através da notação *UML*. Podemos ver o papel de cada agente: 1) O técnico é responsável por iniciar todo o processo de análise, através do agente interface, onde ele inicia o processo de monitoramento do Irox e do Destilador, ao ativar os agentes Irox e Destilador; 2) Após o processo iniciado os dois Agentes (Irox e Destilador) monitoram os equipamentos fora da sociedade e ao encontrarem amostras enviam para o agente Supervisor; 3) O agente Supervisor é responsável por monitorar os agentes Irox e Destilador, receber as amostras enviadas pelos mesmos, e em seguida encaminhar para o agente Gestor; 4) O agente Gestor possui o principal papel dentro da sociedade, este recebe as amostras do agente Supervisor e do agente Interface, realiza a análise, efetua a inferência dos dados, armazena as amostras analisadas e aguarda pela requisição das mesmas; 5) O agente Interface solicita as amostras analisadas ao Gestor para criar o relatório; ou 6) O agente Interface solicita ao agente Gestor as amostras analisadas e envia ao agente Conversor para este converte-las no padrão para o *MQC*² e gerar o arquivo de exportação *XML*³.

² MQC – Monitoramento da Qualidade de Combustíveis é a ferramenta disponibilizada pela ANP para envio dos dados analisados pelo laboratório para agência.

³ eXtensible Markup Language) é uma recomendação da W3C para gerar linguagens de marcação para necessidades especiais. No caso, para realizar migração de dados.

Figura 3 – DRD – Descrição da Ontologia de Domínio

Arquitetura do Agente Cognitivo (JESS)

Para utilizarmos todos os recursos do uso da *Ontologia*, um componente fundamental precisou ser modificado, o Agente Gestor. Proposto por SILVA [2008, 2009], ele é o principal responsável pelo sistema ser chamado de Inteligente, pois acoplado a ele está o motor de inferência JESS, responsável por realizar o procedimento de análise substituindo o técnico de laboratório. De acordo com PIO [2009] um motor de inferência é assim denominado quando este possui as seguintes habilidades: modo de raciocínio, estratégia de busca, resolução de conflito e representação da incerteza. A comunicação adotada por SILVA [2008, 2009] tornava o uso do motor de inferência reduzido, restrito apenas a troca de simples mensagens de texto. Após a inclusão da *Ontologia*, foi possível alcançar um nível mais alto de granularidade do sistema, utilizando-se da orientação a objeto fornecida para encaminhar as amostras encapsuladas dentro dos pacotes, identificados pelos diversos termos da *Ontologia*, tornando assim o uso do motor de inferência mais claro e objetivo. Além da comunicação, a base de raciocínio também foi modificada para interpretar o novo mecanismo de comunicação, modificando as regras anteriores e adicionando-se novas para inferir nos dados das amostras do equipamento incluído e dos dados complementares enviados pelo agente interface.

Arquitetura do Sistema Multiagente

Em comparação a proposta de SILVA [2008, 2009], pode-se perceber neste trabalho a adição dos novos agentes: 1) agente Irox, responsável por efetuar o monitoramento do equipamento Grabner Irox 2000; 2) agente Supervisor (Antigo agente Monitor [SILVA; 2008, 2009]), este possui o papel de supervisionar os agentes Irox e Destilador, que fazem o monitoramento e recuperação dos dados dos equipamentos; 3) agente Interface, um dos principais da sociedade, é elo de comunicação entre o técnico e o SMA. Este último fornece ao técnico a capacidade de interagir com o sistema, iniciando os processos de captura e monitoramento, solicitando amostras analisadas, gerando relatórios e exportação de arquivos. Após a modelagem foi possível chegar à seguinte arquitetura para o modelo, onde podemos ver na figura 4:

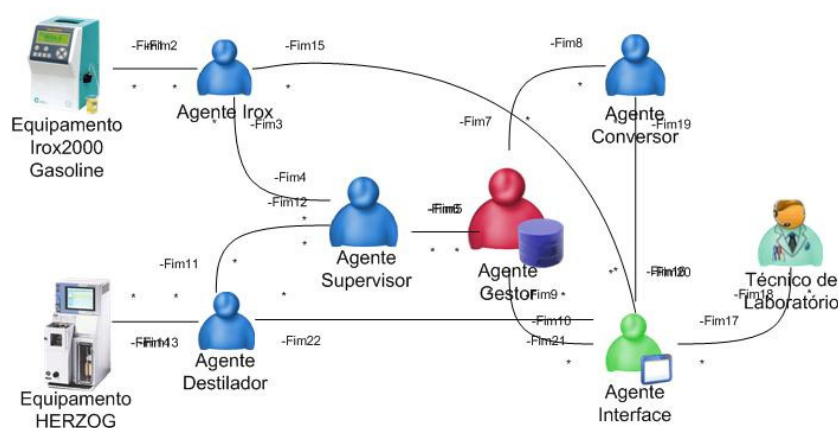


Figura 4 – Arquitetura da Sociedade Multiagente.

Resultados e Discussão

A arquitetura proposta por SILVA [2008, 2009] é limitada, pois a possibilidade de extensão do sistema com a inclusão de novos equipamentos exige um esforço de programação alto ao tentar enviar várias amostras utilizando somente a Linguagem Semântica FIPA (FIPA, 2009), tornando complexa a solução. Nesse sentido, a nova arquitetura proposta (denominada de *SIMCQC-PLUS*) possibilitou a

extensão do mesmo através da *Ontologia*, fornecendo um mecanismo de comunicação escalonável e sem maiores esforços de programação.

O motor de inferência (*JESS*) e o Agente Cognitivo (Gestor) proposto por *SILVA [2008, 2009]* tiveram que ser modificados para compreender a nova linguagem de comunicação (*Ontologia*), depois de realizadas as modificações, o motor de inferência atuou de forma eficiente ao interpretar claramente os termos utilizados pela *Ontologia*, justificando o seu uso através do ganho de produtividade conseguido ao reduzir a jornada de análise do técnico de laboratório, pois este, após a utilização do sistema teve um ganho de 3 horas/dia.

Os testes com a ferramenta proposta foram realizados no LAPQAP da UFMA, com a utilização de um arquivo de dados gerado a partir do equipamento Grabner Irox2000, responsável por analisar as amostras do tipo Gasolina, pela técnica de Infravermelho (Composição). Neste arquivo continham informações necessárias para o SMA efetuar a inferência nos dados e gerar um relatório para o técnico efetuar a análise. O sistema analisou em 5 minutos um total de 35 amostras e informou ao técnico de laboratório através de relatório da ferramenta o resultado das análises. O sistema logrou êxito ao final da análise, informando os resultados com base nos valores de referências dos formulários de análise de combustíveis. Criou relatórios resumidos e possibilitou ao técnico de laboratório mais tempo disponível para outras atividades.

Tabela 1 – Comparativo de funcionalidades

	Reuso	Comunicação (Ontologia)	Visualização (Apresentação)	Relatórios	Exportação XML	Equipamentos		Motor de Inferência JESS
						Destilador	IROX	
SIMCQC <i>SILVA[2008]</i>					X	X		X
SIMCQC <i>PLUS</i>	X	X	X	X	X	X	X	X

O SMA proposto nesse trabalho poderá ser estendido através de: 1) extensão da *Ontologia*, com objetivo de contemplar a fase de coleta e planejamento; 2) criação de um agente geográfico para criar rotas de coleta; e 3) visualização dos postos em mapa contendo informações de amostras realizadas, fornecendo assim, uma visão a nível geográfico dos postos e suas informações recentes.

Conclusões

O sistema proposto (*SIMCQC-PLUS*) mostra que o uso das técnicas de Inteligência Artificial (IA) no processo de análises químicas proporciona ganho na produtividade, redução de materiais e diminuição de custos. O uso da *Ontologia* tornou possível a representação das ações dentro do sistema, utilizando os mesmos termos do domínio da análise de combustíveis, proporcionando o encapsulamento dos termos e segurança na transmissão das mensagens entre os agentes da sociedade e com a ANP, com ganhos de produtividade e sem atrasos operacionais. O estudo foi considerado satisfatório, facilitando a análise dos dados e o processo de tomada de decisão, podendo auxiliar também a interpretação de resultados para a melhoria do programa de monitoramento da qualidade de combustíveis da ANP.

Agradecimentos

Ao CNPq, especificamente ao projeto CIMCO, à FAPEMA, à ANP e FINEP.

Referências Bibliográficas

ANP <http://www.anp.gov.br/petro/programa_monitoramento.asp/>, 2009. Acessado em: 13 de junho de 2009.

CHELLA, A., COSSETINO, M., SABATUCCI, L. and SEIDITA, V. **Agile PASSI: An Agile Process for Designing Agents**. International Journal of Computer Systems Science & Engineering. Special issue on "Software Engineering for Multi-Agent Systems", 21(2). March 2006.

GRUBER, Thomas R.; GUARINO, Nicola; POLI, Roberto; **Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing (1993)**. Acessado em: 23 jan. 2009. disponível em: <citeseer.ist.psu.edu/gruber93toward.html>.

LAPQAP < www.quimica.ufma.br/lapqap/>, 2009. Acessado em: 14 de junho de 2009.

MARQUES, Delano; **Sistema Integrado de Monitoramento e Controle da Qualidade de Combustível**. Dissertação de Mestrado, UFMA, DEE, 2004. Acessado em: 29 jan. 2009. disponível em: <<http://www.ppgee.ufma.br/aigaion/?page=publication&kind=single&ID=173/>>.

PIO, F. V.; CACIAN, M. H., FRANCA, R.; **JESS – The Rule Engine for the Java™ Platform**; Acessado em: 20 abr. 2009. disponível em: <www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/Jess07/das6607-francesca-maiara-ricardo.pdf>.

SILVA, M.; SOFIANE, L.; MONTEIRO, M. S.; FARIAS, O.; **Intelligent System for Fuels Quality Control and Monitoring Using PASSI Methodology**. 08. Eighth International Conference on Volume, Issue, 10-12 Sept. 2008 Page(s): 855 - 860.

SILVA, R.; SIMCQS: **Sistema Inteligente para Monitoramento e Controle da Qualidade de Combustível**. Dissertação de Mestrado, UFMA, DEE, 2008. Acessado em: 10 jun. 2009. disponível em: <<http://www.ppgee.ufma.br/aigaion/?page=publication&kind=single&ID=250> />.