

# UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UM AMBIENTE MULTIAGENTE DINÂMICO PARA ATUALIZAÇÃO DE DADOS TÉCNICOS EM DISTRIBUIDORAS DE ENERGIA

Kayo F. Pimentel; Sandrerley R. Pires; Sirlon Thiago D. Lacerda; Thyago C. Marques  
Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Elétrica Mecânica e Computação, Goiânia – Goiás,  
[kayoken23@gmail.com](mailto:kayoken23@gmail.com), [sanderley@hotmail.com](mailto:sanderley@hotmail.com), [thiago.dcf@gmail.com](mailto:thiago.dcf@gmail.com) e [thyagotcm@gmail.com](mailto:thyagotcm@gmail.com)

**Resumo** - Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de utilização de um ambiente multiagente dinâmico para atualização de dados técnicos georreferenciados em Distribuidoras de Energia. Com a expansão da malha de distribuição e o processo contínuo de crescimento de número de consumidores, ocorre uma grande quantidade de atualizações no cadastro técnico. Isso faz com que meras ações administrativas não sejam suficientes para manter os dados do cadastro nos níveis de qualidade exigidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). A arquitetura proposta neste trabalho procura estabelecer um ambiente com agentes inteligentes capazes de vigiar, corrigir e advertir situações em que o processo de atualização do cadastro técnico esteja sendo feito de maneira incorreta. A arquitetura é capaz de atuar, também, em problemas já existentes, refinando a qualidade das informações contidas no cadastro. Permissões de acesso aos bancos de dados, formatação de saídas e raciocínio são dadas aos agentes para que estes sejam capazes de atuarem de forma eficiente no ambiente descrito. Manter o cadastro técnico atualizado e confiável agiliza as ações de expansão, manutenção e análise da operação da rede, além de evitar a geração de multas por parte da ANEEL, devido ao fornecimento de informações incorretas.

**Palavras-Chave** - Distribuidoras de Energia, sistemas inteligentes e Sistemas Multiagentes.

## A PROPOSAL TO UTILIZE A DYNAMIC MULTI-AGENT ENVIRONMENT TO UPDATE TECHNICAL DATA IN ENERGY DISTRIBUTOR

**Abstract** - This paper presents a proposal for use of a multi-agent environment for dynamic update of technical data georeferenced in Power Distribution. Given the expansion of the distribution network and the continuous increase of consumers, a lot of updates in the technical records are being made. These updates take the quality of the information to a situation in which mere administrative actions are not sufficient to maintain the quality levels of the data that are required by ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). The architecture proposed in this paper seeks to establish an environment with intelligent agents that are able to monitor, warn and correct situations where the process of updating the technical registration is being done incorrectly. The architecture also operates in existing problems, refining

the quality of technical records. Permissions to access the database, format outputs and ability to reason are given to agents so they are able to function effectively in such an environment. Keeping technical records updated and reliable, accelerates expansion actions, maintenance and analysis of network operation and avoids the generation of fines by ANEEL, due to providing incorrect information.

**Keywords** – Power distribution companies, intelligent systems, multi-agent systems.

## I. INTRODUÇÃO

Dentre as diversas atividades de uma Distribuidora de Energia Elétrica, a mesma é responsável pelo planejamento, instalação, manutenção e operação das redes elétricas. E, para melhor desenvolver essas atividades, a qualidade dos dados georreferenciados existentes em seus sistemas é de fundamental importância, a fim de que o que se tenha registrado no banco de dados seja capaz de refletir a realidade de campo.

Durante o período de 2004 a 2006, a CELG D (Celg Distribuição S.A.) desenvolveu o banco de dados georreferenciado, denominado de cadastro técnico, com informações das redes primárias, secundárias, dos equipamentos e da vinculação das unidades consumidoras à rede. Esse banco de dados é utilizado em diversas atividades técnicas da distribuição como o planejamento da rede elétrica, ou mesmo a manutenção da mesma, o que justifica os esforços realizados nos últimos anos, visando sempre aprimorar a qualidade das informações georreferenciadas constantes no cadastro técnico.

Dado o tamanho da empresa e a abrangência da utilização do cadastro técnico, os processos de atualização, que ocorrem atualmente de forma descentralizada (existem algumas iniciativas de centralização deles, mas não há nada formal definido até o momento), devem ser rigorosamente controlados, pois, as atualizações podem introduzir erros no banco de dados deteriorando a sua qualidade. Portanto, obter e manter um cadastro com maior representatividade da situação física da rede elétrica é sempre desejado, uma vez



XI CEEL – ISSN 2178-8308  
25 a 29 de novembro de 2013  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU  
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil

que, assegura o estabelecimento de tarifas justas aos consumidores de energia.

Entretanto, o que se observou ao longo do tempo é o aparecimento de problemas como inclusão incorreta de informações e falta de precisão georreferencial. Esses problemas tendem a prejudicar a qualidade do cadastro técnico da CELG D, obrigando a execução de ações corretivas como mudanças manuais de pontos geográficos, números de postes etc., mas, mesmo assim, erros tem se acumulado. Esse acúmulo pode levar, em médio prazo, à necessidade de um levantamento de campo. O mesmo pode custar tanto ou mais que a implantação do cadastro, em recursos humanos e financeiros.

Para apresentar o conjunto de ações integradas que visam automatizar o processo de refinamento da qualidade do cadastro técnico da CELG D, tem-se como objetivo mostrar a proposta de utilização de um ambiente multiagente dinâmico para atualização de dados técnicos do cadastro da CELG D. Agentes especializados em extrair informações de diversas fontes diferentes, aliado a agentes inteligentes capazes de realizar inferências a partir dos dados trazidos pelos extratores e, finalmente, agentes capazes de atualizar informações no banco de dados do cadastro técnico ou, simplesmente, gerar relatórios com advertências que apontam prováveis irregularidades do cadastro técnico.

Este ambiente agregará um monitoramento automático, com ações ativas, que irão aproximar ainda mais a realidade desejada para o cadastro técnico e, conseqüentemente, uma melhora significativa na confiabilidade do mesmo.

## II. AGENTES INTELIGENTES

A metodologia está apoiada por uma arquitetura de software específica para a estruturação de um Ambiente Multiagente, onde as interações entre agentes inteligentes, dotados de capacidades específicas para atuar no ambiente de bancos de dados, serão capazes de produzir ações consistentes de atualização do cadastro técnico da CELG D.

A construção de um ambiente multiagente e, dentro deste, a criação de agentes inteligentes envolve um conjunto de conhecimentos do usuário que não são triviais como os que são exigidos para operar um sistema de informação tradicional. O desenvolvimento da lógica, a estruturação de um problema para que o mesmo seja tratado por agentes inteligentes, a estruturação de conhecimento através de regras e outras variáveis levam as equipes desenvolvedoras do projeto a encarar um desafio que é a criação de um ambiente capaz de resolver questões complexas, mas com um modelo de operação que seja o mais simples possível, permitindo aos usuários finais desenvolver um conjunto de agentes os quais sejam capazes de solucionar problemas específicos.

Para um melhor entendimento da proposta, alguns conceitos para uma arquitetura multiagente são enunciados abaixo. Maiores informações podem ser vistas em [4].

Os ambientes multiagentes se caracterizam pela existência de um contexto de suporte à *sobrevivência* dessas entidades (os agentes inteligentes), permitindo a eles atuarem de forma independente uns dos outros e realizarem tarefas específicas. É possível fazer uma analogia entre o Ambiente Multiagente e uma organização, onde seus funcionários atuam em

conjunto, mas cada um desempenhando o seu papel específico é algo perfeitamente válido [3].

Os agentes inteligentes são usualmente compostos por uma máquina de inferência que tem a responsabilidade de *pensar*, isto é, relacionar símbolos (dados) de entrada (fatos, eventos etc.), gerando como resultado uma conclusão representada por um ou mais símbolos de saída (ações, advertências etc.) [5].

A inteligência do agente é estruturada através de um conjunto de regras que servem de guia para o comportamento da máquina de inferência, sendo que elas normalmente são representadas através de operadores lógicos ou eventualmente através da tradicional estrutura das linguagens de programação, o *se-então-senão*. Um agente pode ser bastante flexível, pois, são as regras armazenadas nele que definem seu comportamento. Essas regras são idealizadas e alimentadas pelo criador do agente [2].

## III. O MODELO PROPOSTO

A Figura 1 ilustra a arquitetura multiagente proposta neste trabalho. Além da tradicional máquina de inferência, o cérebro do agente, o modelo inclui em sua arquitetura de software estruturas marginais para a conversão de estímulos externos em símbolos e vice-versa.

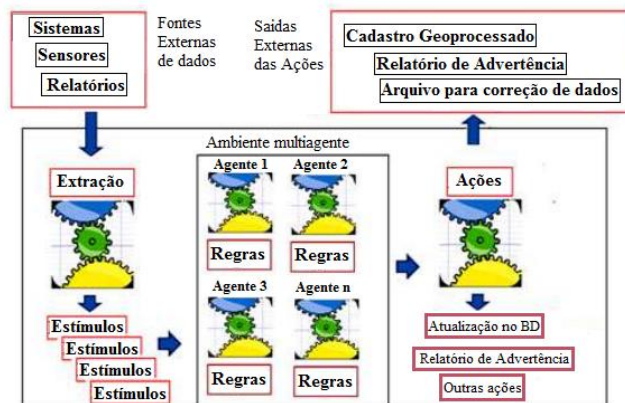


Fig. 1 – Visão geral da arquitetura multiagente

São três os tipos de agentes que estarão atuando na estrutura multiagente. Todos os três tipos possuem todas as características de um agente tradicional, sendo que eles se diferenciam apenas pelas suas capacidades propiciadas por suas estruturas marginais. Os tipos de agentes são:

- **Agentes Extratores:** tem a responsabilidade de obter informações externas e transformá-las em símbolos no ambiente multiagente. Esses símbolos motivam a atuação dos demais agentes do ambiente. As possíveis origens de informações que um agente extrator é capaz de acessar são os bancos de dados, planilhas Excel, arquivos de textos não estruturados e web services. O agente extrator é capaz de combinar essas diferentes origens em uma mesma operação de busca de informação. A princípio, mas não necessariamente dessa forma, os agentes extratores tendem a terem base de conhecimento limitada, pois, as suas principais ações são mapeadas a partir de acesso externo às informações.

- **Agentes Atualizadores:** tem a responsabilidade de externalizar uma decisão inferida pelo ambiente. Essa externalização pode ser feita por meio de uma atualização no banco de dados ou na criação de arquivos textos, planilhas ou relatórios formatados para impressão e análise futura. Outra opção de externalização da saída é a possibilidade de chamada de um web service, dando grande potencialidade à arquitetura, fato descrito mais adiante.
- **Agentes Atuadores:** são os agentes que estabelecem as ações que serão tomadas para tratar um determinado símbolo ou um conjunto desses. O conhecimento necessário para resolver o problema, na arquitetura proposta, é mapeado no agente atuador. A partir das ações de um atuador, novos extratores podem ser ativados, outros atuadores podem ser chamados a colaborar com o processo de solução e, finalmente, o controle pode ser transferido para um agente atualizador para efetivar o processo de solução do sistema.

Nessa arquitetura, a integração das três estruturas, a de conversão de informação em símbolo (agente extrator), inferências baseadas em regras da base de conhecimento (agente atuador) e conversão de símbolo em ação (agente atualizador), dá ao ambiente de agentes inteligentes a possibilidade de assumir várias configurações, extrapolando até o seu objetivo imediato que é refinar a qualidade do cadastro técnico da CELG D, conforme exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Exemplos de produtos

	1) Informações → Símbolo	2) Inferência	3) Símbolo → ação	4) Modelo de Sistema
1	Informações em BD	Regras	Atualização de BD	Refinador de informação
2	Informações em BD	Regras	Relatórios	Auditoria de Informações
3	Sensor	Regras	Atualização de BD	Sistema de vigília
4	Sensor	Regras	Reles	Sistema de Controle
5	Informações em BD	Regras	Relatórios	Sistema de Indicadores

Pode-se observar na Tabela 1 que a arquitetura proposta atende às exigências do cadastro técnico georreferenciado da CELG D caso as funcionalidades das linhas um e dois sejam executadas, isto é, refinação e auditoria de informações.

As funções das linhas três e quatro levam a diversos tipos de sistemas de tempo real, mais precisamente aos sistemas de controle inteligente, sendo que, para uma empresa de distribuição de energia, sistemas inteligentes de controle da rede seriam plenamente apoiados pela arquitetura proposta.

Esse modelo de ambiente de uma arquitetura multiagente, onde cada agente pode atuar de forma individualizada e independente dos demais, se enquadra como uma boa solução para o domínio gradual da complexidade do ambiente. Ou seja, é possível produzir um ambiente de software capaz de estruturar o ambiente multiagente e, a partir daí, passa-se a habitar o ambiente virtual com agentes que resolverão diversos tipos de problemas.

#### IV. O AMBIENTE MULTIAGENTE

Dentro da filosofia que a arquitetura foi criada, o ambiente desenvolvido deve ser capaz de integrar os diferentes sistemas de informação existentes dentro da organização. O motor de funcionamento dessa ferramenta será representado

por um conjunto de agentes inteligentes, onde, através de interações entre esses agentes, será possível intercambiar e transformar informações entre sistemas de informação existentes na empresa distribuidora de energia. Diversos serão os tipos de agentes, pois, alguns poderão capturar informações, outros poderão se correlacionar e, finalmente, alguns terão a capacidade de armazenar informações em fontes externas. Para cada um desses tipos de agentes, diversas, também, serão as origens e os destinos para as informações manipuladas por eles.

O ambiente multiagente possuirá as funcionalidades esquematizadas na Figura 2. O extrator de símbolos demonstra como é feita a extração dos dados nos bancos e a conversão em informações passíveis de serem entendidas pela máquina de inferência.

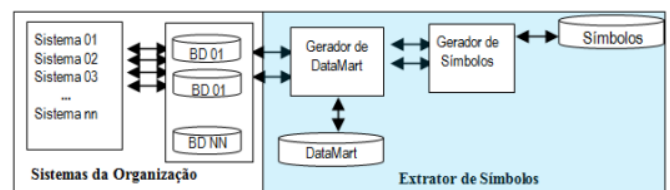


Fig. 2 - Contexto do extrator de símbolos

As informações podem estar armazenadas em diferentes bancos de dados de diferentes sistemas internos da empresa e em fontes externas, como imagens de satélites, planilhas e web services. O extrator de símbolos será capaz de buscar essas informações e estruturá-las de forma que a máquina de inferência possa entendê-las e interpretá-las.

Após a realização das inferências, as informações deverão se materializar em ações, que irão depender do processo que está sendo executado pelo agente inteligente. No caso de auditorias, a ação irá resultar em relatórios de auditoria, enquanto, no caso de ajustes de cadastros, serão geradas ações que resultarão em atualizações nos bancos de dados da organização. Pode-se citar uma saída do sistema como sendo a chamada de um web service que poderá exercer alguma ação em um equipamento da rede, levando a arquitetura proposta a atuar como um sistema de controle. Com a atividade de saída, encerra-se o ciclo de atuação do Agente inteligente.

Dentro do contexto do cadastro técnico georreferenciado da CELG D, as várias atualizações irão provocar uma melhoria na qualidade do banco de dados. A Figura 3 mostra o esquema deste recurso, onde o agente de atualização executa as saídas através de atualizações em banco de dados.

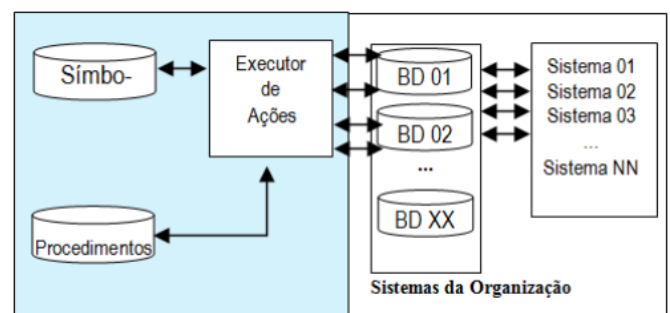


Fig. 3 - Contexto do atualizador

Este ambiente acima descrito tem como uma de suas várias funções potenciais, a capacidade de oferecer um mecanismo genérico de integração entre diferentes sistemas de informações, sincronizando informações entre eles.

## V. APLICABILIDADE DO AMBIENTE MULTIAGENTE

A aplicabilidade do ambiente multiagente, aliada ao processo metodológico para construção de agentes inteligentes, é definida pelas estruturas marginais à máquina de inferência. Isto é, o processo gerador de símbolos de entrada, bem como as ações realizadas pelos símbolos de saída a partir de ordens geradas pela máquina de inferência, é que definirão a aplicabilidade de um conjunto de agentes dentro do ambiente.

É essa visão que garante uma expansão enorme ao seu rol de aplicabilidade, podendo atuar desde um integrador de sistemas de informações até como controlador de algum dispositivo físico, sendo que, neste caso, o gerador de símbolo de entrada é um conjunto de sensores e as ações causadas pelos símbolos de saída são um conjunto de relés.

Como aplicabilidade imediata, será feito o refinamento de informações do cadastro técnico de georreferenciamento de uma distribuidora de energia. Dessa forma, em um primeiro momento, a arquitetura multiagente atuará como um integrador de sistemas de informações, como um sistema georreferenciado e um sistema de cobrança tarifária, correlacionando dados de um ou mais sistemas existentes e atualizando esses dados no banco de dados de um sistema destino, nesse caso, o cadastro técnico.

Os levantamentos realizados junto à área de geoprocessamento de uma determinada distribuidora de energia mostram que vários dos problemas existentes no cadastro técnico podem ser resolvidos, mesmo que parcialmente, reunindo informações de outros sistemas de informações disponíveis na empresa. Embora as informações espaciais não existam no banco de dados dos outros sistemas da organização, os mesmos contêm informações (dados de endereços, por exemplo) que permitem ao agente inteligente inferir sobre essa localização, estimando os dados de posicionamento geográficos a partir das informações extraídas de diferentes sistemas da empresa distribuidora.

Seguem alguns exemplos de aplicabilidade da arquitetura utilizada, a saber:

- Encontrar, pelo endereço, a provável localização de um consumidor que se encontra no *limbo*<sup>2</sup>;
- Verificar se a quantidade de consumidores por transformador, por exemplo, é condizente com a capacidade instalada;
- Localização de postos transformadores sem informação de equipamentos;
- Geração e análise de indicadores numéricos, bem como a produção de advertências e/ou gráficos;
- Estudo e enumeração de possibilidades de geração de informações de entrada utilizando recursos

<sup>2</sup> Denomina-se "limbo" como sendo o local onde um determinado consumidor está posicionado e o mesmo não possui localização geográfica no cadastro técnico.

tecnológicos como internet 3G ou GSM, GPS, dispositivos fotográficos de alta resolução etc.;

- Construção de uma interface para esses dispositivos e de um Agente Inteligente para tratar os símbolos produzidos por uma das interfaces enumeradas.
- Determinar regiões em que os índices de DEC/FEC estão fora do padrão. A clusterização geográfica pode indicar pontos de gargalo do sistema e otimizar o processo de manutenção.

Portanto, um agente inteligente deve ser programado para realizar cada uma das atividades em cada um desses casos. Ainda assim, deve existir outro agente inteligente que recebe todas estas informações e as consolida em um sistema estabelecido. Logo, percebe-se uma interação participativa entre cada um dos agentes em realizar determinadas tarefas.

## VI. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de utilização de um ambiente multiagente dinâmico para atualização de dados técnicos em distribuidoras de energia.

Nota-se que a flexibilidade de um ambiente multiagente apresenta características importantes que contribuem para a resolução deste ou outros problemas. Isso se deve, principalmente, à capacidade adaptativa e a evolução dos agentes computacionais participantes desse ambiente. Ou seja, a utilização de ferramentas desenvolvidas através do conceito de multiagente proporciona adaptabilidade frente a diferentes tipos de problemas que possam surgir. Os mesmos podem ser tratados dentro de um mesmo ambiente desenvolvido, não sendo, portanto, necessário realizar novos investimentos em outros tipos de ferramentas à medida que novas demandas surgem.

Desta forma, com crescimento da malha de distribuição e, por vezes, a existência de uma falta de cuidados em registrar/cadastrar os devidos equipamentos que estão sendo utilizados em uma determinada região, gera uma defasagem técnica que, por sua vez, pode ocasionar multas às distribuidoras de energia por parte da ANEEL [1].

Logo, manter a base de dados técnica atualizada e corretamente georreferenciada assegura o estabelecimento de tarifas justas aos consumidores de energia e mantém a qualidade das informações dentro dos limites estabelecidas pela ANEEL.

## AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa teve o suporte financeiro da FUNAPE/CELG D através de um projeto da realização de um Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL (2012). Agência Nacional de Energia Elétrica, <http://www.aneel.gov.br>. Visitada em 20/01/2012.
- [2] FERBER, J. and GASSER, L. (1991). *Intelligence artificielle distribuée*, In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON EXPERT SYSTEMS & THEIR APPLICATIONS, 10., Avignon. Cours n. 9. France.

- [3] GASSER, L. (1992). *Boundaries, identity and aggregation: plurality issues in multiagent systems*, In: WERNER, E.; DEMAZEAU, Y. (Eds.). Decentralized AI 3. Amsterdam: North-Holland.
- [4] PIRES, K. G., R. S. P. e. M. T. C. (2013). *Relatório do Projeto P&D da CELG - Uma Proposta de um Ambiente Multi-Agente Dinâmico*, Relatório Técnico. NEPE/UFG.
- [5] RICH, E. and KNIGHT, K. (1993). *Inteligência Artificial*, São Paulo: Makron Books.

#### DADOS BIOGRÁFICOS

**Kayo Fernandes Pimentel** possui graduação em Engenharia de Computação pela Universidade Federal de Goiás (2012) e cursa o mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás.

**Sanderley Ramos Pires** possui graduação em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Goiás (1988), especialização em Análise e Projeto de Sistemas pela Universidade Federal de Goiás (1997), mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás (1999) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (2007). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: Equações Diferenciais, Visualização 3D, Segmentação de Imagens, Interpolação de Imagens em 3D.

**Sirlon Thiago Diniz Lacerda** possui graduação em Sistemas de Informação pelas Faculdades Alves Faria (2011) e cursa o mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás.

**Thyago Carvalho Marques** possui graduação em Ciência da Computação pelo Instituto Unificado Ensino Superior Objetivo (1999), mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação pela Universidade Federal de Goiás (2002), doutorado em Engenharia Elétrica e Computação e pós-graduação em Economia Financeira pela Universidade Estadual de Campinas (2006). Foi professor do Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (CEFET-GO) de 2006 a 2008. Atualmente é professor Adjunto III da Universidade Federal de Goiás (UFG) na Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação (EMC).