

---

**INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA NA GESTÃO DE ATIVOS DO SETOR ELÉTRICO: UMA PROPOSTA DE MODELO**

***SEMANTIC INTEROPERABILITY IN THE MANAGEMENT OF ELECTRIC SECTOR ASSETS: A MODEL PROPOSAL***

***Livia Marangon Duffles Teixeira***  
***Doutora em Gestão e Organização do Conhecimento***  
***Professora do Instituto de Gestão em Tecnologia da Informação***  
***liviamarangon@gmail.com***

***Ismael M. A. Ávila***  
***Mestre em Engenharia da Computação e Sistemas Inteligentes***  
***avila\_an@cpqd.com.br***

***Carlos Alberto de Sousa***  
***Jornalista***  
***Professor da PUC- MG, Faculdade Pitágoras, Centro Universitário UNA***  
***casal@cemig.com.br***

***João Luiz Silva Barbosa***  
***Mestre em Tecnologia***  
***jluiz@cemig.com.br***

***Elizete José Alvez***  
***ejalves@cpqd.com.br***

**Resumo**

A integração de sistemas e informações para fins de gestão em qualquer tipo de organização tem se mostrado cada vez mais necessária, incluindo aquelas do setor elétrico. Iniciativas tanto de gerenciamento de ativos (atividades de rotina) quanto de gestão de ativos (atividades estratégicas para tomada de decisão) sobre os ativos (equipamentos e instalações) das concessionárias de energia têm surgido e demandado a organização e a representação do conhecimento. Entretanto, a arquitetura tecnológica das empresas não favorece as práticas de gerenciamento e tampouco às estratégicas em relação aos ativos. As informações sobre equipamentos e instalações encontram-se dispersas, em silos, representados por diferentes padrões terminológicos e sem algum tipo de integração semântica. Nesse sentido, o objetivo da presente pesquisa é alcançar a proposição de uma solução que viabilize a uniformidade conceitual dos ativos do setor elétrico. A proposta, baseada em fundamentos da Ciência da Informação, destaca a importância desta área do conhecimento para os problemas de interoperabilidade semântica justificando a necessidade de um modelo de referência regulatório. Para o alcance do objetivo são identificadas pesquisas correlatas e são estabelecidas relações entre a anterioridade e necessidade atual. Alcança-se, ao fim, a proposta de solução fundamentada na Ciência da Informação, de caráter prático, inovador e que norteará o desenvolvimento de um projeto de pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico.

**Palavras-chave:** Representação do conhecimento. Ontologia. Setor elétrico. Gestão da informação.

**Abstract**

*Integrate systems in the electric sector has become increasingly evident, since management and asset management initiatives have arisen and demanded the organization and representation of the domain's knowledge. However, the current scenario in companies has not favored either the management or the management of an asset, since the information and documents are dispersed, in silos, without a terminological standard and also without semantic integration., In addition, the geographic extent of the Interconnected Electric Power System that covers practically all Brazilian territory with an electric power transmission grid, the variety of companies and information systems involved contribute to the diversity of terms used to represent their assets. In this sense, the objective of this work is to establish a solution proposal for the management and management of assets of the electric sector. The proposal, based on fundamentals of Information Science, should highlight the importance of this to the problems of semantic interoperability justifying the need for a regulatory reference model. In order to achieve the desired result, correlated searches will be identified and relationships between the past and present need will be established. It is hoped to achieve this, a solution proposal based on Information Science, of a practical, innovative nature in the sector and that will guide the development of a project.*

**Keywords:** *Information management Knowledge representation. Ontology. Eletric sector.*

**1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a Norma ISO 55000, um ativo deve ser compreendido como um item (ou conjunto de itens) que possui valor real (ou potencial) em uma organização (ABNT NBR ISO 55000:2014). Ainda de acordo com a Norma, a disciplina gestão de ativos consiste em um conjunto de procedimentos que visa estabelecer maior controle sobre um ativo (equipamento ou instalação) e obter melhores resultados do seu uso. A gestão inclui práticas de gerenciamento do ciclo de vida de um ativo, ou seja, desde seu nascimento até sua inutilização. A adoção destas práticas de gerenciamento traz resultados a curto, médio e longo prazos, quais sejam: i) melhoram os desempenhos técnico, econômico e financeiro dos ativos; ii) diminuem riscos, provêm transparência, segurança e rastreabilidade dos investimentos; e, iii) favorecem a captação e distribuição de investimentos ao longo do tempo com o objetivo de gerar valorização sobre os ativos. Nesse sentido, os ativos estratégicos são aqueles diretamente ligados ao alcance dos resultados finalísticos da organização, ou seja, em uma empresa de logística será sua frota de veículos e no setor elétrico são aqueles relacionados às atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Diante do exposto, a gestão de ativos deve ser observada sob dois aspectos: o estratégico e o operacional. O nível estratégico está vinculado à alta administração da organização e determina a política, os objetivos, o Plano Estratégico de Gestão de Ativos, comumente conhecido como *Strategic Asset Management Plan - SAMP* (TSANG, 2002) e os papéis da equipe de liderança. Já o nível operacional remete ao gerenciamento do ativo, ou seja, às etapas do seu ciclo de vida: desde a concepção do projeto, sua especificação técnica, seus processos de aquisição, implantação, operação, manutenção, monitoramento, seu plano de contingência até o seu descomissionamento<sup>1</sup> e descarte. Dessa forma, é estabelecido um Sistema de Gestão de Ativos que contempla os dois pontos de vista mencionados: alinhando os objetivos e estratégia organizacionais aos custos, à mitigação de riscos e obtenção do maior desempenho possível dos ativos.

É importante para fins de gerenciamento que todo ativo possua um dossiê que contemple todos os seus documentos e informações, sejam estas técnicas ou administrativas. Para tal, é necessário que esse dossiê seja regido por um conjunto de parâmetros capaz de

---

<sup>1</sup> O descomissionamento constitui o processo de desativação de um equipamento, quando o mesmo não apresenta boa performance e sua manutenção tem custo elevado para a organização.

estabelecer a unicidade de informações provenientes de diferentes sistemas, diferentes tipos de documentos e formatos de arquivos, garantindo a compreensão e a confiabilidade do conteúdo disponibilizado. E é nesse ponto onde se encontram os desafios, seja no ambiente médico, no setor elétrico ou em outro negócio cujo ativo está intrinsecamente relacionado à atividade fim da organização. A arquitetura de tecnologias de informação das organizações não favorece a gestão e tampouco o gerenciamento, uma vez que as informações encontram-se dispersas, em silos, fazendo uso de diferentes padrões terminológicos e sem integração semântica entre as diferentes bases.

Assim colocado, tanto no contexto digital quanto na *web* semântica é necessário garantir a qualidade da informação e de se prover a interoperabilidade semântica entre sistemas para fins de reutilização da informação, geração de novos conhecimentos e apoio à tomada de decisão. No contexto médico, por exemplo, existem pesquisas cujos objetivos se concentram em prover métodos para viabilizar a interoperabilidade semântica entre sistemas de prontuários eletrônicos de pacientes (PEP) por meio de padrões terminológicos (como a CID - Classificação Internacional de Doenças e a SNOMED CT - *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms*), criando a sustentação semântica e formal (por meio de representação do conhecimento via ontologias) e de modelos de informação clínica (como o OpenEHR - Modelo de requisitos aberto para desenvolvimento de sistemas de prontuário eletrônico de paciente). No setor elétrico essa necessidade tem se mostrado reticente, uma vez que iniciativas de gerenciamento e gestão de ativos têm demandado a representação e organização do conhecimento do setor, mesmo que ainda de forma inconsciente ou não explicitada.

O que se objetiva na presente pesquisa é estabelecer uma proposta de solução à integração de tecnologias de informação, tanto para o gerenciamento quanto para a gestão de ativos (equipamentos e instalações) do setor elétrico, baseada em fundamentos da Ciência da Informação (CI). De forma mais específica, objetiva-se destacar a importância da CI para fomentar a interoperabilidade semântica, desenvolver uma visão macro de iniciativas complementares já existentes em organização e justificar a necessidade de um modelo de referência regulatório. A premissa é que nesta área do conhecimento são encontradas disciplinas capazes de subsidiar um desenvolvimento estrutural, semântico e formal que sustente e apoie as diferentes tecnologias ou soluções. Para o alcance de resultados, serão identificadas pesquisas correlatas e serão estabelecidas relações entre a anterioridade e necessidade atual. Espera-se alcançar assim, uma proposta de solução fundamentada na CI, viável e que norteará o desenvolvimento de um projeto.

A presente pesquisa está inserida em um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em execução na CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais) pela Fundação CPQD (Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações), onde o desafio é evoluir a gestão de informações de ativos para fins de gerenciamento e gestão. O artigo está organizado como segue: a seção 2 apresenta preceitos teóricos dos conceitos arrolados; a seção 3 contempla a metodologia de pesquisa; a seção 4 traz os resultados obtidos e os discute e, por fim, a seção 5 culmina nas considerações finais.

## **2 BACKGROUND**

Harvey (1978) relata que o levantamento dos custos de engenharia de manutenção para o governo do Reino Unido, em 1957, alterou a perspectiva sobre a qual os serviços eram executados. Os estudos para o levantamento demonstraram que os processos de manutenção eram extremamente caros por serem tecnicamente inadequados. Essa inadequação estava relacionada à ineficiência de todo o processo, uma vez que o registro de manutenção em um equipamento não resultava em *feedbacks* para que os projetistas pudessem sanar os problemas previamente, ou seja, na especificação e na fabricação do equipamento. Em consequência, em outro momento, o mesmo tipo de manutenção se fazia novamente necessária, implicando o mesmo custo. O movimento que seria o ideal, tecnicamente adequado à mantenedibilidade e confiabilidade, fora denominado à época (1970) de *terotechnology*<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> do grego *terein* (“cuidar”)

De acordo com Hupp, Garcia e Azevedo (2016), nas décadas de 80 e 90 a terotecnologia e seus conceitos relacionados se estabeleceram e se difundiram enquanto gestão de ativos pela Austrália e Nova Zelândia, principalmente no setor público. A boa aceitação culminou na publicação, no ano 2000, do Manual Internacional de Gestão da Infraestrutura<sup>3</sup>. Os autores ainda explicam que, nesse período, na Inglaterra, foi criado o *Institute of Asset Management* (IAM), que detectou a necessidade de se estabelecer uma linguagem comum para o assunto. Para tal, desenvolveu e publicou em 2004 uma Norma, a PAS-55 (Especificações para Gestão Otimizada de Ativos Físicos de Infraestrutura), baseada nos preceitos da família da Norma ISO-9000 - *Quality management systems - Fundamentals and vocabulary*<sup>4</sup>(ISO 9000:2015). A ISO (*International Organization for Standardization*) ao perceber a relevância e a importância da temática publicou, em 2014, a família da Norma ISO-55000:2014 - *Asset management: overview, principles and terminology*<sup>5</sup> (ISO 55000:2014), despertando mundialmente o interesse e a evolução do assunto. Por meio desta família de Normas, o processo de manutenção (inicialmente denominado terotecnologia) passou a configurar como uma das etapas que constituem o ciclo de vida de um equipamento, e não o principal foco.

O IAM se configura atualmente como a organização de referência para a gestão de ativos, desenvolvendo conhecimentos, melhores práticas, gerando conscientização e benefícios da disciplina mundialmente (IAM, 2019). Algumas de suas importantes publicações são: i) *Asset Management: an anatomy*<sup>6</sup>, e ii) *Asset Management Maturity Scale and Guidance*<sup>7</sup>, ambas em processo de tradução para a língua portuguesa. A família das normas ISO foi traduzida para a língua portuguesa pela Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (ABRAMAN) e publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) juntamente com a versão inglesa e francesa em 2014. As Normas que constituem a família são: i) ABNT NBR ISO-55000:2014 - visão geral, princípios e terminologia (ABNT NBR ISO 55000:2014), ii) ABNT NBR ISO-55001:2014 - requisitos dos sistemas de gestão (ABNT NBR ISO 55001:2014) e, iii) ABNT NBR ISO-55002:2014 - diretrizes para a aplicação da 55001 (ABNT NBR ISO 55002:2014).

No Brasil, a ABRAMAN, criada em 1984, é a entidade responsável por conduzir o assunto. A entidade é também fundadora do *Global Forum on Maintenance and Asset Management* (GFMAN), que congrega os maiores representantes mundiais no assunto (ABRAMAN, 2019), como outras entidades congêneres de diferentes países e o próprio IAM. Como já mencionado o que se observou na evolução descrita foi o entendimento de que a gestão de ativos, após 2014, não se resume aos processos de manutenção do mesmo, e, inclusive, contempla desde o projeto inicial até o seu descarte.

No setor elétrico brasileiro, altamente regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o gerenciamento e a gestão de ativos são fundamentais para as concessionárias. As concessionárias de energia são agentes autorizados para a exploração do serviço (geração, transmissão, distribuição) pelo poder concedente (união, estado ou município), sendo exemplo: a CEMIG, a ENERGISA, a TAESA, a AES TIETÊ, dentre outras. A atividade fim de uma empresa de energia depende exclusivamente do desempenho dos seus ativos, motivo pelo qual é denominada “ativo-intensivas”. A ABRAMAN (2019) explica que a redução das receitas e as possibilidades de aplicações de multas por interrupção de fornecimento de energia e glosas<sup>8</sup> de investimentos não adequados realizados, têm desafiado estas empresas a repensar a obtenção de melhores desempenhos dos equipamentos.

A CEMIG é a maior empresa integrada do setor elétrico (CEMIG, 2019), atuando nos âmbitos de geração, transmissão e distribuição de energia em quase todo o território nacional.

---

<sup>3</sup> *Internacional Infrastructure Management Manual*

<sup>4</sup> Sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário

<sup>5</sup> Gestão de ativos — visão geral, princípios e terminologia

<sup>6</sup> A anatomia da gestão de ativos

<sup>7</sup> Guia e escala de maturidade em gestão de ativos

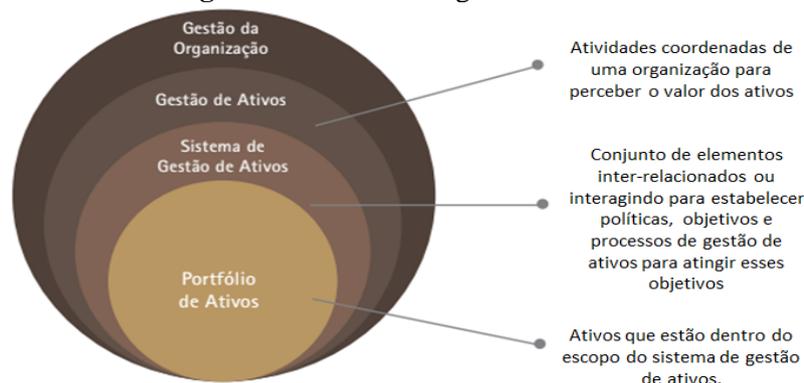
<sup>8</sup> Glosas são recusas de pagamento do órgão regulador à permissionária, nos casos de impertinência e não razoabilidade dos recursos por ela empregados na execução de seus serviços.

Em relação ao gerenciamento de seus ativos, pode-se afirmar que a empresa está iniciando a sua jornada ao investir em projetos de pesquisa e desenvolvimento cujos objetivos são desenvolver protótipos para a criação de soluções inovadoras para os negócios de distribuição (CEMIG D) e da geração e transmissão (CEMIG GT). Ambas iniciativas envolvem entregas relacionadas a metodologia, infraestrutura tecnológica e de processos de gerenciamento de ativos, além da inclusão da inteligência artificial nas soluções. Basicamente, ambas visam integrar um conjunto de ações existentes em silos, os quais detêm informações dos ativos, que subsidiam a tomada de decisão. Essas informações são referentes à engenharia, ao planejamento, aos projetos, a área de compras, a construção, a manutenção, a operação, os serviços, a contabilidade, o financeiro, a qualidade, o meio ambiente e o setor regulatório (CEMIG, 2018). Entretanto, embora sejam iniciativas estratégicas e de vital importância para o melhor uso dos ativos, nenhuma delas prevê o aspecto de gestão, o alinhamento terminológico e, sobretudo, semântico, das diferentes visões sobre um mesmo ativo.

Um exemplo fictício da inconsistência pode ser apresentado de acordo com a realização de levantamentos preliminares. O setor de projetos especifica o poste de concreto; o setor de compras recebe o pedido de aquisição, que identifica o item pelo número de cadastro do material no sistema da empresa; após instalado e em operação, o setor de engenharia faz a gestão do item pelo seu número de patrimônio; o setor de logística reversa desmobiliza o mesmo item como sucata; e por fim, o setor de contabilidade presta contas do mesmo à ANEEL pela unidade de cadastro estabelecido no seu Manual<sup>9</sup>, como TUC 255.01 (ANEEL, 2014). Embora todos se refiram ao mesmo objeto poste de concreto (inclusive sucata), as denominações não são uniformes e impactam na ponta geradora de recursos financeiros da concessionária: a conciliação física e contábil do ativo, realizada pela área de contabilidade em conformidade com as diretrizes do órgão regulador e sob a sua auditoria.

Concomitantemente às iniciativas de gerenciamento de ativos citadas acima, o projeto aqui descrito nasce com uma visão estratégica da gestão de ativos, ultrapassando a ótica do gerenciamento. Reforçando que se entende o gerenciamento como tratando das atividades sobre o ativo em si, como os processos de manutenção preventiva e corretiva, e a gestão como uma unidade orquestradora do portfólio de ativos da empresa por sua alta liderança, alinhada ao plano organizacional. A família 55000 das Normas ISO apresenta essa estrutura por meio da qual a gestão de ativos deve ser observada e regida (figura 1). Nesse sentido, é possível localizar seu escopo enquanto uma proposta estratégica da Gestão de Ativos, que se desdobra no normativo do Sistema de Gestão de Ativos e reflete, por fim, nas aplicações do Portfólio de Ativos, onde acontecem as ações de gerenciamento.

**Figura 1 - Estrutura da gestão de ativos**



Fonte: adaptada de ICA (2015)

Já o IAM prevê um *roadmap* para a gestão de ativos (figura 2) baseado nos fundamentos ISO, onde a informação e o conhecimento são pré-requisitos fundamentais para todos os componentes que interagem. São identificados no modelo trinta e nove temas

<sup>9</sup> MCPSE - Manual de controle patrimonial do setor elétrico

distribuídos em seis grandes agrupamentos que se encaixam e interagem entre si (IAM, 2015). O que se identifica no contexto da pesquisa são informações sobre um mesmo ativo, os quais se encontram dispersos em silos, em diferentes formatos e tecnologias, sob ampla variação terminológica e sem apresentar um vínculo onde seja possível, ao menos, considerar um dossiê que se estabeleça a partir de um mesmo critério sobre todas as fontes.

**Figura 2 - Modelo conceitual IAM da gestão de ativos**



Fonte: adaptado de IAM (2015)

A abordagem estratégica prevista pelo IAM para gestão de informações contempla a definição, a coleta, a gestão, a comunicação e a governança global de informação de ativos, visando a implantação da estratégia e objetivos de gestão de ativos de uma organização. Iniciativas de tecnologias que interoperam automaticamente, sem intervenção humana, precisam assim, ser fundamentadas numa arquitetura de informações para que mantenham o significado e o entendimento dos conteúdos na comunicação e na troca de informações entre quaisquer dos participantes.

Com seus fundamentos, estruturas e possibilidades de representação, tratamento e gestão de informação, a CI é chamada a interagir e a favorecer a interoperabilidade semântica entre as fontes de informações de um ativo. É nesse contexto que se inserem as ontologias, que podem ser definidas sob três pontos de vista, a saber, a Filosofia, a Ciência da Computação (CC) e a CI. A Filosofia a define como o estudo do ser, daquilo que existe. A CC já lida com as ontologias enquanto artefatos de software em linguagem formal. A CI a apresenta como uma estrutura de representação do conhecimento na forma de uma estrutura taxonômica combinando categorias, classes e relações definidas entre ambos (ANDRADE, 2013). Guarino e Giarretta (1995) denominam as ontologias enquanto: i) uma disciplina filosófica; ii) um sistema conceitual informal; iii) um estudo relacionado à semântica formal; iv) uma especificação de uma conceitualização; v) uma representação de um sistema conceitual via teoria lógica; vi) um vocabulário usado por uma teórica lógica; e, vii) uma especificação (metanível) de uma teoria lógica. Como modelo de representação do conhecimento as ontologias permitem, no mínimo, uma melhor visão e compreensão da realidade representada. Sendo um artefato livre de aspectos epistêmicos (GUIZZARDI, 2007), formal e voltado para aplicação em máquinas, as ontologias se revelam um importante recurso para dar mais precisão às informações em processos de tomada de decisão e no planejamento estratégico. Além da questão terminológica e semântica, surge no contexto, em função da pluralidade de tecnologias concomitantes, a questão da interoperabilidade de informações entre sistemas sem perda de significado. Essa capacidade é denominada interoperabilidade semântica, cujo estudo inclui a comunicação sem interferência humana, o raciocínio automático e inferências por meio do vínculo entre as terminologias e os recursos ontológicos pode agregar funcionalidades úteis às diversas aplicações do setor (SMITH e WELTY, 2001). A discussão sobre as teorias subjacentes à ontologia filosófica e as teorias tradicionalmente adotadas na Ciência da Informação – como Hjørland (2011) e Dahlberg (1978) – está além dos objetivos aqui propostos.

Outros projetos de pesquisa e desenvolvimento na CEMIG se desenvolveram sobre a égide da CI, aplicando seus preceitos e teorias e impactando em melhorias para a organização. Um exemplo é o Projeto Gestão de Recursos Informativos para Eficiência de Processos, que buscou integrar recursos tecnológicos, documentais e processuais, desenvolver um *software* para tramitação da documentação contábil, implantar metodologia de gestão documental e implantar política de gestão documental corporativa. Os resultados, baseados em fundamentos arquivísticos, culminaram na automação de processos documentais do setor de contabilidade, diminuindo em 70% a impressão e agregação de documentos físicos (dentre tantas produções geradas para a CI, citam-se: Teixeira, Aganette e Almeida (2017); Zaidan et al., (2015). Outro exemplo é o Projeto Gestão da Inovação para Fomentar a Sustentabilidade da Carteira de Geração de Energia Elétrica, que se concentrou no estudo comparativo de viabilidade de construção de fontes alternativas renováveis de energia (usinas geradoras de energia elétrica) em um mesmo ponto da rede elétrica. O resultado, baseados em fundamentos de gestão, organização e representação da informação, consistiu no desenvolvimento de uma aplicação (protótipo) para o suporte à tomada de decisão multicritério baseado em um modelo econômico-financeiro (dentre tantas produções geradas para CI, citam-se: BARACHO et al., (2016); BARACHO et al., (2018).

Na próxima seção será apresentada a metodologia aplicada na construção do modelo almejado, provisoriamente denominado “Modelo de Informação Energética”. É esperado que, tanto para o gerenciamento quanto para a gestão, o Modelo se mostre viável e resulte em: i) melhor visão estratégica do negócio; ii) melhor desempenho técnico e financeiro dos ativos; iii) eliminação ou redução das penalidades regulatórias decorrentes de inconsistências de informação; iv) melhor competitividade da organização; e, v) mudança de cultura da organização (ICA, 2015).

### 3 METODOLOGIA

De acordo com Gil (1994) a pesquisa pode ser metodologicamente classificada como: i) pesquisa aplicada (geração de conhecimento para aplicação prática específica do setor elétrico); ii) pesquisa qualitativa (avaliação de características sem considerações estatísticas); iii) pesquisa exploratória e explicativa (criação de familiaridade com problema e temáticas envolvidas) e, iv) pesquisa experimental (definição de método por meio de hipótese).

O entendimento da visão macro da pesquisa resultou de levantamentos preliminares na CEMIG. Foram realizadas entrevistas não estruturadas com colaboradores e gestores de áreas (departamentos) relacionadas aos assuntos “gerenciamento e gestão de ativos”. Nas áreas de contabilidade, planejamento da engenharia para geração, transmissão e distribuição, de regulação técnica e econômica, de TI, além da própria área de gestão e controles corporativos (responsável pelo projeto), foram identificadas informações e obtidos relatos sobre problemas, necessidades, expectativas e projetos complementares em curso dentro da empresa. Destes últimos foram identificados os limites de atuação, os níveis de aprofundamento dos escopos e as pessoas chave para futuros contatos. Os levantamentos serviram também para divulgar o estudo a ser desenvolvido no P&D aqui tratado.

Na etapa seguinte, as pessoas chave identificadas na fase de entrevistas foram envolvidas em uma sessão de *design thinking* (KUMAR, 2012) e *design sprint* (KNAPP; ZERATSKY; KOWITZ, 2016), metodologias que favorecem a criação de soluções inovadoras para problemas complexos e centrados no ser humano. A aplicação dessa metodologia se justificou pela complexidade do portfólio de ativos da CEMIG e pelas implicações técnicas, econômicas e regulatórias da gestão desses ativos e das informações a eles associadas ao longo de todo o seu ciclo de vida. São essas informações, ademais, que trazem o ser humano para o centro do problema, visto que são pessoas que produzem e consomem tais informações e que tomam decisões com base nelas.

A compreensão dos diversos ângulos do problema, assim como das várias perspectivas e pontos de vista das muitas partes interessadas, levou à concepção da ideia de equiparação do dossiê de um ativo a um prontuário médico. O prontuário médico é a coletânea de todas as informações a respeito de um paciente e dos procedimentos relacionados à sua terapia, tais como seus dados de identificação, termos de responsabilidade, resultados de exames,

prescrições médicas, registros de sinais vitais, recomendações alimentares, entre outros. Por sua vez, o dossiê de um ativo deve reunir todas as informações referentes ao ciclo de vida do ativo, documentando e registrando os eventos desde sua concepção ou projeto, passando por processos tais como tomada de preços, compra, aceitação, instalação, calibração, testes, comissionamento, utilização, manutenções, inspeções, auditorias, análise de depreciação, descomissionamento e descarte.

Contudo, como tais informações são produzidas por diferentes áreas da empresa, nos mais variados formatos e, em alguns casos, com jargões e terminologias distintos, a solução de dossiê dos ativos deve, idealmente, ser capaz de promover a interoperabilidade semântica dessas fontes de informação. Para tanto, o projeto visa elaborar a partir de fontes de informação (glossários, planilhas de ativos, listas de compra, etc.) e de ontologias pré existentes para temas correlatos, uma ontologia de domínio que sirva de modelo de referência conceitual para a gestão e gerenciamento dos ativos. Espera-se, com isso, eliminar ou reduzir situações de inconsistência semântica em processos internos da CEMIG e em suas interações com a ANEEL. Além da consistência semântica dos documentos, o projeto estudará o uso da tecnologia *blockchain*<sup>10</sup> (SCANLON; NICHOLS, 2016) como forma de agregar rastreabilidade e auditabilidade aos conteúdos do dossiê de ativos. Assim, diante desses consideráveis desafios e tirando proveito da analogia entre pacientes e ativos do setor elétrico, foram buscadas pesquisas voltadas à interoperabilidade semântica entre sistemas de informação, seja no contexto da gestão de ativos, seja no âmbito da informática em saúde.

Considerando-se a recente normatização da gestão de ativos (2014) e a migração de suporte (ainda em curso) dos prontuários médicos, estabeleceu-se como recorte temporal no portal CAPES o período de 2008 a 2019. Os resultados, em sua maioria da área da informática em saúde, indicaram que padrões de desenvolvimento de sistemas sustentados por terminologias seriam capazes de habilitar a interoperabilidade técnica.

Por outro lado, embora tenham sido encontradas iniciativas internacionais dedicadas à criação de modelos conceituais para o setor elétrico (*Smart Energy Aware Systems: Electric Power System Ontology - SEAS*<sup>11</sup>; *Open Source Energy Modelling System - OSeMOSYS*<sup>12</sup>; *Open Energy Modeling Initiative - OpenMod*<sup>13</sup>), essas se voltam mais aos sistemas de energia elétrica e menos ao ambiente regulatório do setor, o qual apresenta especificidades em cada país. Entretanto, como essas são bases ontológicas e terminológicas com modelos genéricos para reutilização, entende-se que elas podem subsidiar e enriquecer o desenvolvimento aqui proposto.

Aprofundando na analogia do prontuário de um paciente com o dossiê de um ativo e com a sustentação provida pela CI, o que se obteve de mais aderente ao propósito da pesquisa aqui descrita, foi um trabalho no qual a interoperabilidade semântica foi fomentada pelo vínculo formal e lógico das terminologias clínicas a artefatos ontológicos, ambos subjacentes ao modelo de informação (OpenEHR<sup>14</sup>) para desenvolvimento de um prontuário eletrônico de paciente (PEP). O modelo proposto por Teixeira (2019) utiliza a representação ontológica do domínio como suporte conceitual, para que os termos sejam nela ancorados (RECTOR, 1999), eliminando a ambiguidade de significados e sustentando formalmente as relações para o contexto digital e da *web* semântica. A relação entre o prontuário do paciente e o prontuário do ativo se configura, assim, como uma proposta factível de ser aplicada no Projeto. O modelo inicial apresentado pela autora deve ser submetido a uma adequação ao setor elétrico, o que será discutido na próxima seção.

#### **4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

---

<sup>10</sup> A tecnologia *blockchain* pode ser equiparada a um livro contábil, registrando e validando transações, tornando-as imutáveis.

<sup>11</sup> Disponível em: <<https://ci.mines-stetienne.fr/seas/ElectricPowerSystemOntology>>

<sup>12</sup> Disponível em: <[www.osemosys.org](http://www.osemosys.org)>

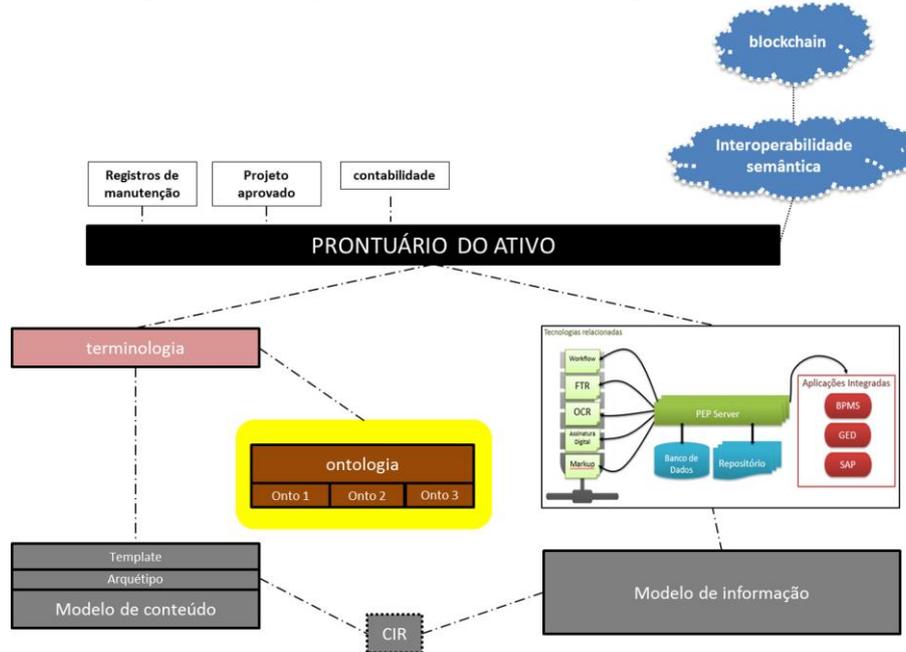
<sup>13</sup> Disponível em: <<https://wiki.openmod-initiative.org/wiki/Category:Glossary>>

<sup>14</sup> Disponível em: <<https://www.openehr.org/>>

A proposta do desenvolvimento do prontuário do ativo ensejou de início, questões tais como: i) que granularidade alcançar por meio do artefato ontológico desenvolvido pelo Projeto — estratégica ou operacional? ii) que escopo abranger em relação aos negócios CEMIG — geração, transmissão ou distribuição?; iii) que fontes de informação e documentos de ativos da CEMIG considerar?; iv) absorver internamente o uso da tecnologia *blockchain* ou prever um agente externo à CEMIG?

Para começar a responder essas questões e direcionar a presente pesquisa, foi desenvolvido o modelo ilustrado na figura 4. O modelo de interoperabilidade semântica adaptada para a CEMIG considera algumas possibilidades de tecnologias integradas, como SAP e GED<sup>15</sup>, fontes de informações, documentos relacionados e a inclusão do *blockchain*.

Figura 4 - Interoperabilidade semântica na gestão de ativos



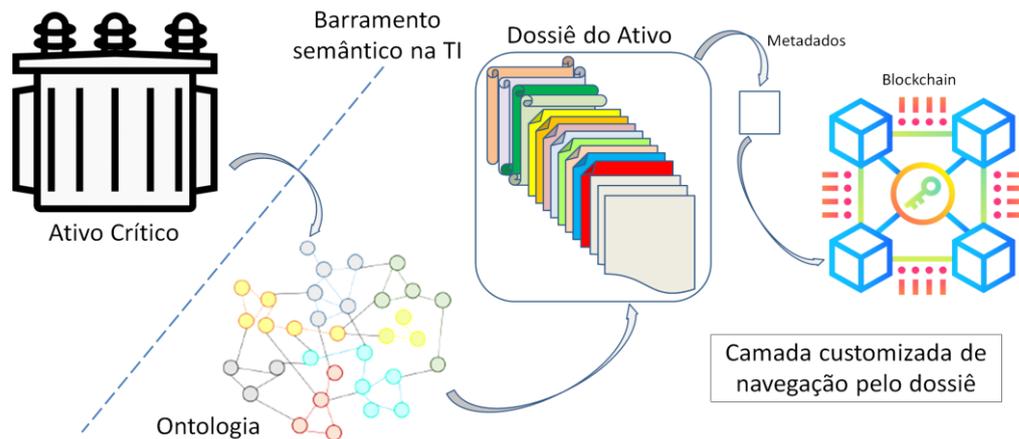
Fonte: elaborada pelos autores

Já evoluindo um pouco mais a tratativa, considerando a granularidade e o escopo, estabeleceu-se melhor adequação da proposta. A figura 5 apresenta o recorte realizado, contemplando um ativo crítico<sup>16</sup> específico da CEMIG, em alto nível de granularidade, indicando as entidades do domínio e da organização.

Figura 5 - Interoperabilidade semântica na gestão de ativos CEMIG

<sup>15</sup> Gestão eletrônica de documentos

<sup>16</sup> Segundo a ISO, um ativo crítico é aquele que gera maior valor para a organização e acarreta consequências relevantes para a mesma na sua ausência ou falha.



Fonte: elaborada pelos autores

Assim considerado o que se tem em mente é que, para que se alcancem resultados significativos no Projeto dentro de uma ótica estratégica na gestão de ativos, deve ser previsto um recorte que contemple o escopo de gerenciamento. Ou seja, são necessários vínculos com os projetos correlatos já identificados, buscando deles os mapeamentos de informações e documentos e prover aos mesmos, em sequência, um modelo de informação via ontologias, que possibilite a interoperabilidade semântica no serviço de integração (via barramento) de fontes e bases de dados prevista por ambos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa aqui descrita introduziu a gestão de ativos (equipamentos ou instalações) em uma perspectiva holística na CI, na qual os processos de manutenção, embora contemplados, não são o único foco. Essa mudança de paradigma é recente (as normas ISO que refletem isso foram publicadas em 2014) e, no tocante ao desenvolvimento acadêmico, apresentou pouca evolução no âmbito da gestão estratégica. Todavia, ao mesmo tempo em que são estabelecidas as tecnologias especialistas para gerenciamento (na maioria das vezes, soluções proprietárias e federadas), se fazem necessárias iniciativas que contemplem a comunicação dessas soluções com outras tecnologias, além de ainda considerar as necessidades de integração dentro dos conceitos de redes e cidades inteligentes (*smart grid* e *smart cities*). Tais iniciativas devem ser capazes de estabelecer uma visão integradora, unitária, confiável, e auditável de documentos e informações que se complementam nas atividades de gerenciamento.

A aprovação e a viabilidade do modelo proposto desencadeou uma série de desdobramentos que foram previstos e parcialmente realizados. Em função do andamento do projeto em que a presente pesquisa está contida, citam-se: i) a avaliação de padrões normativos, terminológicos e técnicos estabelecidos pelo órgão regulador; ii) a identificação e avaliação de ontologias desenvolvidas para o setor elétrico sob uma mesma perspectiva filosófica para fins de reutilização; iii) a definição do negócio distribuição de energia e recorte relativo à linha de distribuição como escopo para realização de prova de conceito do modelo (momento em que os usuários realizam uma imersão guiada na solução); iv) o desenvolvimento de um artefato ontológico para subsidiar o modelo semanticamente; v) o desenvolvimento de uma plataforma *wiki* para registro de conhecimento por especialistas do setor elétrico; e v) o desenvolvimento de interface *web* para interação. Enquanto limitação do trabalho destaca-se a não realização da prova de conceito, uma vez que consiste em próxima etapa a ser contemplada.

Pode-se afirmar que a associação entre os prontuários de pacientes e dossiês de ativos é considerada profícua ao propor o desenvolvimento de um modelo que possibilita a implantação do modelo (da figura 5) não apenas no contexto CEMIG, mas também para todo o setor elétrico, assim como acontece na área da saúde.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. *MCPSE: manual de controle patrimonial do setor elétrico*. 2014. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/documents/656815/14887121/MANUAL+DE+CONTROLE+PATRIMONIAL+DO+SETOR+EL%C3%89TRICO+-+MCPSE/3308b7e2-649e-4cf3-8fff-3e78ddeb98b>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

ANDRADE, A. Q. de. *A linguagem médica utilizada em prontuários e suas representações em Sistemas de Informação: as ontologias e os modelos de informação*. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação. 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-9HHGLS>>. Acesso em: 13 mar. 2018

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS - ABRAMAN. 2019. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/index.php>>. Acesso em: 12 abr. 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR ISO 55000:2014 - *Gestão de Ativos: visão geral, princípios e terminologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR ISO 55001:2014 - *Gestão de Ativos: Sistemas de gestão – requisitos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR ISO 55002:2014 - *Gestão de Ativos: Sistemas de gestão – diretrizes para a aplicação da ABNT NBR ISO 55001*. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

BARACHO, F. R. A. C.; BARACHO, R. M. A.; BONATTI, R. A.; PESSANHA, C. P.; REZENDE, M. M. S.; LIMA, F. B. .Gestão da Informação para fomentar o processo decisório de viabilidade de construção de fontes alternativas renováveis de energia. *O Futuro da Energia*, v. 1, n. 2, p. 18-27, 2016.

BARACHO, R. M. A.; BARACHO, F. R. A. C.; BONATTI, R. A.; PESSANHA, C. P.; REZENDE, M. M. S.; LIMA, F. B.; SILVA, C. H. F. Information management for the decision making process of alternative renewable sources of energy. In: IMCIC 2017, Orlando. *Pos Proceedings...* Orlando: International Institute of Informatics and Systemics, 2017. v. 1. p. 1 – 6

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. 2019. Disponível em: <[www.cemig.com.br](http://www.cemig.com.br)>. Disponível em: 12 abr. 2019.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. *Pesquisa e desenvolvimento - CEMIG 4.0: chamamento público*. 2018. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/Paginas/chamamento2018.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/Paginas/chamamento2018.aspx)>. Acesso em: 12 abr. 2019.

DAHLBERG, I. Teoria do conceito. *Ci. Inf.*, v. 7, n. 2, p. 101-107, 1978.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. Ontologies and KBs, towards a terminological clarification. In: MARS, N. (Ed.). *Towards a Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*. [S.l.]: IOS Press, 1995. p. 25-32

GUIZZARDI, G. On Ontology, ontologies, conceptualizations, modeling languages, and (Meta) models. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Databases and Information Systems IV*. Amsterdam: IOS Press, 2007. Disponível em: <<https://www.inf.ufes.br/~gguizzardi/FAIA.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2018

HARVEY, G. *A study into the concept and practice of terotechnology and life-cycle costing as applied to manufacturing industry*. Tese. (Doutorado em Filosofia). Loughborough University: London, 1978. Disponível em: <<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/13562>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

HJØRLAND, B. *Is classification necessary after Google?*. 2011. Disponível em: <[http://www.iskoiberico.org/wp-content/uploads/2014/09/19-30\\_Hjorland](http://www.iskoiberico.org/wp-content/uploads/2014/09/19-30_Hjorland)>. Acesso em: 8 out. 2018.

HUPP, F.; GARCIA, C.; AZEVEDO, C. *Estratégia de gestão de ativos físicos: um estudo de caso Samarco*. In: 29º CBMGA, 2016. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/newsletters/29cbmga/TT/TT%20083.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION LATIN AMERICAN - ICA. *Gestão de ativos: guia para aplicação da Norma ABNT NBR ISO 55001*. Chile: ICA, 2015

INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT - IAM. 2019. Disponível em: <<https://theiam.org/>>. Acesso em: 12 abr. 2019

INSTITUTE OF ASSET MANAGEMENT - IAM. *Asset management: an anatomy*. v. 3. 2015. United Kingdom: the IAM, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *ISO 55000:2014 - Asset management - overview, principles and terminology*.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. *ISO 9000:2015 - Quality management systems - Fundamentals and vocabulary*.

KNAPP, J.; ZERATSKY, J.; KOWITZ, B. *Sprint: how to solve big problems and test new ideas in just five days*. New York: Simon & Schuster, 2016.

KUMAR, V. *101 Design Methods: a structured approach for driving innovation in your organization*. New York: John Wiley & Sons, 2012.

SCANLON, S; NICHOLS, E. J. *The blockchain revolution: insurance considerations*. 2016. Disponível em: <[https://www.internationalinsurance.org/files/TC/PDF/Suzy\\_Scanlon\\_-\\_The\\_Blockchain\\_Revolution\\_-\\_Insurance\\_Considerations.pdf](https://www.internationalinsurance.org/files/TC/PDF/Suzy_Scanlon_-_The_Blockchain_Revolution_-_Insurance_Considerations.pdf)>. Acesso em: 20 jul 2017.

SMITH, B.; WELTY, C. *Ontology: Towards a New Synthesis*. In: FOIS 2001, *Proceedings...* Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/recol/piii-foreword.pdf>>. Acesso em 23 abr. 2018

TEIXEIRA, L. M. D. *Princípios ontológicos aplicados à classificação Internacional de doenças: alternativas para a busca por interoperabilidade semântica entre sistemas de prontuários eletrônicos de pacientes*. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação. Belo Horizonte, 2019.

TEIXEIRA, L. M. D; AGANETTE, E. C.; ALMEIDA, M. B. A prática da Arquitetura de Informação no âmbito de projeto de Enterprise Content Management: um relato de caso. *Informação & Informação*, v. 22, n. 3, p. 502-517, dez. 2017. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/26642>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

TSANG, A. H. C. Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 8, n. 1, 2002. Disponível em:

<<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/13552510210420577>>. Acesso em: 03 jun. 2019.

ZAIN DAN, F. H.; MENDES, M. A. S.; BAX, M. P. Quão Estratégica Pode Ser a Gestão Arquivística de Documentos? Aportes da Arquitetura Corporativa. *Informação & Tecnologia*, v. 2, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://www.periodicos.ufpb.br/index.php/itec/article/view/26753>>. Acesso em: 27 jul. 2020.