

DOI: 10.5748/9788599693124-13CONTECSI/PS-4163

DESIGN SCIENCE RESEARCH: APPLICATION IN A RESEARCH AND DEVELOPMENT PROJECT

Fernando Hadad Zaidan (IETEC - Instituto de Educação Tecnológica, MG, Brasil)- fhzaidan@gmail.com

Marcello Peixoto Bax (Universidade Federal Minas Gerais, MG, Brasil) - bax@ufmg.br

Fernando Silva Parreiras (Universidade FUMEC, MG, Brasil)- fernando.parreiras@fumec.br

A research method should consider the creation of knowledge and the practical utility of the results. Methodological rigor should be prioritized in order to validate the research properly. The design science is a new methodology that helps organizations and researchers in solving real problems, and enables the generalization. On the other hand, the design research science (DSR) is the search method that indicates a new way for the production of relevant knowledge focused on artefacts design. Several areas can use the DSR, such as information systems, organizational management and information science. The aim of this paper is to present the DSR as a research method and its application in a research and development project (R&D) in the document management area. The R&D GT507 was executed in CEMIG, Brazil. As a result, we used a structure proposed by Roel Wieringa to decompose a search problem in practical problems and knowledge questions, mutually nested.

Keywords: Research method; Design science; Design science research; Research and development.

DESIGN SCIENCE RESEARCH: APLICAÇÃO EM UM PROJETO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

Um método de pesquisa deve considerar a geração de conhecimento e a utilidade prática dos resultados. O rigor metodológico deve ser priorizado, a fim de validar adequadamente a pesquisa. A *design science* é uma nova metodologia que auxilia as organizações e pesquisadores na solução de problemas reais, além de possibilitar a generalização. Já *design science research* (DSR) é o método de pesquisa que indica um novo modo para a produção de conhecimentos relevantes, focado no projeto de artefatos. Diversas áreas podem utilizar a DSR, dentre elas sistemas de informação, gestão organizacional e ciência da informação. O objetivo deste trabalho é apresentar a DSR como método de pesquisa e sua aplicação em um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) na área de gestão de documentos. O P&D GT507 foi executado na Companhia Energética de Minas Gerais. Como resultado, utilizou-se de uma estrutura proposta por Roel Wieringa para decompor um problema de pesquisa em problemas práticos e questões de conhecimento, mutualmente aninhados.

Palavras-chave: Método de pesquisa; *Design science*; Ciência do Projeto; *Design science research*; Pesquisa e Desenvolvimento.

1 INTRODUÇÃO

Embora a discussão sobre a importância de uma ciência alternativa à tradicional remontar antes de 1969, foi no século XX que a *design science* (DS) ganhou força. Com a DS, adquire-se conhecimento científico, auxiliando as organizações na solução de problemas reais, além de possibilitar a generalização das soluções. Herbert Simon na obra seminal “*The Science of the artificial*”, de 1969, discute fundamentos epistemológicos e vai contra os métodos tradicionais de pesquisa, analíticos e reducionistas. É evidente que Simon contribuiu sobremaneira em outras áreas, o que comprova os prêmios recebidos, como a Medalha Alan Turing¹ em 1975 e o Prêmio Nobel de Economia em 1978.

O paradigma DS é uma metateoria que investiga a geração de conhecimento no processo de concepção de artefatos. Artefato, na DS, é um objeto que produz conhecimento e sua construção segue métodos científicos (SIMON, 1996). Alguns exemplos de artefatos são modelos, entidades, algoritmos, métodos e sistemas de informação.

Se a DS é a metodologia de pesquisa, a *design science research* (DSR) é o método. Do ponto de vista da linha do tempo da DS e da DSR e do avanço na literatura para além de Simon, têm-se vários autores propondo o uso da DSR, dentre eles Roel Wieringa. Wieringa (2009) conduz o estudo DSR definindo arcabouços, como o ciclo regulador, que envolve a investigação do problema, o projeto da solução, a validação, a implementação e a avaliação. Sugere que a questão de projeto (problema de pesquisa) seja decomposta em problemas práticos e problemas teóricos, mutuamente aninhados em uma estrutura.

O objetivo deste artigo é apresentar a *design science research* como método de pesquisa e sua aplicação em um projeto de pesquisa e desenvolvimento na área de gestão documentos.

Os artefatos utilizados neste trabalho foram modelos de arquitetura corporativa (EA). A EA é parte da estratégia de negócio de uma organização. É um recurso valioso para executivos obterem a visão integrada e estratégica dos negócios, aplicações e infraestrutura de TI. Ao invés de adotar um conjunto desconexo de representações para modelar a organização como um todo, a EA privilegia modelos integrados para sustentar a reflexão sobre a estratégia corporativa (LANKHORST, 2012).

O estudo prático deste trabalho alicerçou-se em um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), na Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG²), denominado P&D GT507 - Gestão de Recursos Informacionais para Eficiência de Processos, na área de gestão de documentos. A gestão arquivística de documentos (GAD) é o conjunto de procedimentos e operações técnicas referentes às etapas do ciclo de vida dos documentos arquivísticos, ou seja, a produção, a tramitação, o uso, a avaliação, o arquivamento e a destinação (CONARQ, 2011). Para a operacionalização da GAD surgem diferentes sistemas de

¹ Não existe o Prêmio Nobel da Computação, sendo que a Medalha Alan Turing é concedida anualmente pela *Association for Computing Machinery* (ACM) com a intenção de laurear uma pessoa com suas contribuições fundamentais e duradouras neste campo.

² Além de CEMIG, esta empresa será referenciada neste trabalho como Companhia Energética.

informação³. Um deles é o sistema informatizado de gestão arquivística de documentos (SIGAD), que não se limita a arquivar documentos eletronicamente, mas é capaz de viabilizar a administração ativa de todo o ciclo de vida dos documentos, digitais ou convencionais, desde a produção até a destinação final (ARQUIVO NACIONAL, 2005; CONARQ, 2011).

Este artigo está dividido da seguinte forma: nesta introdução foi mostrada a contextualização, objetivo e justificativas. Na Seção 2, em seguida, apresenta-se o método de pesquisa. Na Seção 3 elucidam-se os principais conceitos na revisão de literatura. Já na Seção 4 o modelo da estrutura aninhada do problema será apresentado e discutido. Seguem-se as considerações finais e as referências bibliográficas.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Como mencionado anteriormente, escolheu-se o método *design science research* (DSR)⁴ para a condução deste trabalho, especificamente, o método DSR que Wieringa (2009, 2014) preconizou. Wieringa (2009) conduz sua proposta de DSR com vistas à Engenharia de *Software*, mas seu método pode ser aplicado em quaisquer áreas. Consolidando seus estudos, percebem-se importantes esclarecimentos acerca da classificação entre problemas práticos e teóricos (questões de conhecimento).

Adotando os fundamentos da DSR, Wieringa (2009) vale-se da estrutura aninhada do problema, que tem o objetivo de decompor estruturalmente o problema de projeto em problemas práticos e de conhecimento. Tal estrutura será apresentada na Seção 4, com foco no projeto de pesquisa e desenvolvimento GT507 da CEMIG.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura não tem a intenção de exaurir todos os construtos, mas apresentá-los e trazer alguma luz sobre as terminologias da área.

3.1 *Design science* (DS) e *design science research* (DSR)

A partir dos postulados de Simon (1996), vem à tona uma nova epistemologia denominada “ciência do artificial”, “ciência da concepção” ou “ciência do projeto”, com foco centrado em artefatos. Este objeto artificial (o artefato) é concebido com a atuação humana, o que contrapõe ao método natural (sujeito às leis da natureza). Em suma, o mundo atual em que se vive é mais artificial do que natural. O estudo dos artefatos produzidos pelo homem leva em conta como projetá-los e de que maneira a sua produção pode ser generalizada.

³ Segundo CONARQ (2011, p. 10), sistema de informação é um “conjunto organizado de políticas, procedimentos, pessoas, equipamentos e programas computacionais que produzem, processam, armazenam e proveem acesso à informação proveniente de fontes internas e externas para apoiar o desempenho das atividades de um órgão ou entidade”.

⁴ A revisão de literatura sobre a DS e a DSR encontra-se nas Seções 3.1 a 3.5.

Do ponto de vista da linha do tempo da DS e da DSR e do avanço na literatura para além de Simon, tem-se uma vasta lista de autores seminais. Resumidamente, enumeram-se sinteticamente importantes autores e o que apregoam:

- Takeda *et al.* (1990): a relevância destes autores é devido à primeira tentativa de formalizar um método de pesquisa utilizando o *design* (ciência do projeto). Propõem, também, um ciclo de *design*, desde a enumeração das questões, até a sua ação;
- Nunamaker, Chen, Purdin (1991): fazendo-se referências ao termo DS, este trabalho mostra alguns produtos de pesquisa utilizando esta metodologia. Os autores tornaram-se conhecidos por introduzirem a DS na área de sistemas de informação e por apresentarem um processo de pesquisa para o desenvolvimento de sistemas;
- March e Smith (1995): com vistas em desenvolver soluções baseadas em pesquisas, estes autores enunciaram a aproximação e a integração entre a DS e as ciências tradicionais. Fizeram importantes abordagens sobre os artefatos utilizados na DS, que serão retomados em momento oportuno nas Seções seguintes;
- Gibbons *et al.* (1994): indicam um novo modo para a produção de conhecimentos mais relevantes (denominado tipo 2)⁵, voltado para o contexto da aplicação e não somente para a academia. Abordaram, em profundidade, o que é projetar, diferenciando de explorar e explicar;
- Hevner *et al.* (2004): defendem que as pesquisas utilizando a DS têm rigor e relevância, aprimorando teorias, e propuseram um quadro teórico-metodológico que serviu de base para diversos autores. Indicam sete diretrizes que avaliam uma pesquisa assertiva utilizando DSR;
- Van Aken (2005) e Van Aken, Berends, Van Der Bij (2007): sugerem que a DS pode ser utilizada em pesquisa nas organizações na área de gestão. Demonstra o caráter prescritivo da DS, o que contrapõe às descrições e às explicações. Indicam que os conhecimentos gerados com a DS são utilizados para projetar as soluções, assim como podem ser generalizáveis;
- Wieringa (2009, 2014): estende o quadro teórico-metodológico de Hevner *et al.* (2004) e conduz o estudo DSR definindo arcabouços, como o ciclo regulador, que envolve a investigação do problema, o projeto da solução, a validação, a implementação e a avaliação. Sugere que a questão de projeto (problema de pesquisa) seja decomposta em problemas práticos e problemas teóricos, mutuamente aninhados. O que Wieringa denomina de estrutura aninhada do problema servirá de guia do método DSR para o presente trabalho (Seção 4);
- Bax (2014): faz um estudo na perspectiva Wieringa (2009) e Hevner *et al.* (2004), dentre outros, e discute a aplicação do percurso do método da DSR proposto por Wieringa (2009). Apresenta o paradigma da DSR como quadro teórico-metodológico de fundamentação científica importante para o campo da ciência da informação (CI). Não obstante, constatou o completo desconhecimento sobre a DS na literatura da CI.

Embora a DS tenha se originado no campo dos sistemas de informações (MARCH; SMITH, 1995), seu uso não se limita a este domínio, surgindo propostas como a de

⁵ O conhecimento tipo 2 é mais amplo e abstrato, com foco na aplicabilidade das organizações (VEILT, 2013). Já o conhecimento do tipo 1 tem enfoque disciplinar, tradicional, acadêmico (GIBBONS *et al.*, 1994).

Wieringa (2009). Levando-se em conta que este trabalho seguirá a estrutura da DSR proposta por este autor, cabe esclarecer alguns pontos importantes de sua obra.

3.2 Condução da *design science research* por Roel Wieringa

Roel Wieringa é cientista da computação e concentra seus estudos na Universidade de Twente⁶, na Holanda. Conduz sua proposta de DSR com vistas à Engenharia de *Software*, mas seu método pode ser aplicado em quaisquer áreas. Em seus postulados, advém a possibilidade de gerar conhecimento científico na decomposição dos problemas.

Desta forma, é importante esclarecer o que Wieringa (2009) entende por problemas práticos e questões de conhecimento:

- problemas práticos: são destinados à solução de um problema do mundo. Necessariamente o mundo deverá ser mudado e o conhecimento é adquirido a partir dessa mudança. As soluções finais para este tipo de problema envolve a investigação dos objetivos, o atingimento das metas estipuladas e a avaliação das soluções pelos *stakeholders*;
- questões de conhecimento: por sua vez, este tipo de problema não demanda uma mudança no mundo, mas a mudança no conhecimento sobre o mundo. São proposições enunciadas e verificadas como verdadeiras ou falsas para geração de conhecimento. Realiza-se alguma coisa para obter conhecimento e então garante a validade da obtenção deste conhecimento (WIERINGA, 2009, 2014).

Em suma, Wieringa (2009, 2014) indica que a distinção entre problemas práticos e de conhecimento, antes de tudo, é uma questão de objetivo: os problemas práticos alteram o estado do mundo e obtém conhecimento com a mudança; questões de conhecimento modificam o estado do conhecimento e o aplica no mundo real para validar a alteração. Wieringa (2009) complementa que é difícil gerar conhecimento sem mudar o mundo. Como se percebe, é desafiador lidar com os dois tipos de problemas, pois exigem diferenças metodológicas para diferenciá-los.

Wieringa (2009) vai à busca de entendimentos e propõe o “ciclo regulador”, uma estrutura lógica para a resolução de problemas. Em cada uma das cinco etapas do ciclo, existe um problema prático (útil para orientar a parte prática das pesquisas) ou uma questão de conhecimento (a fim gerar conhecimento respondendo as questões teóricas).

O ciclo regulador se inicia com uma *investigação de um problema* prático (número 1 da Fig. 1). Contudo, nas interações, outros problemas práticos originam-se da resolução de problemas práticos anteriores e assim sucessivamente.

O que se sucede no ciclo é o *projeto de soluções* (2) momento em que serão especificados e *validados os projetos* (3), para que, em seguida, seja *implementada a solução* (4) e, finalmente, *avaliada a implementação* (5). O ciclo retoma com a análise do estado atual e as propostas de mudanças (estado futuro desejado), avaliando as prováveis alterações e selecionando uma para ser aplicada e reiniciar o ciclo.

⁶ Disponível em: <<http://wwwhome.cs.utwente.nl/~roelw/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

Figura 1 - Ciclo regulador de Wieringa



Fonte: o autor, 2015, baseado em de Wieringa, 2009, 2014.

Cabe neste momento esclarecer sobre as questões que podem ser utilizadas nas etapas do ciclo:

- 1- Na *investigação do problema* tem-se uma questão de conhecimento. Por ser o momento da compreensão da situação, busca-se, também, descrever e explicar o problema, para que seja possível projetá-lo mais adiante;
- 2- No *projeto de soluções* surgem os problemas práticos, com a especificação do projeto e o compromisso para, de certa maneira, melhorar o mundo;
- 3- Na *validação do projeto*: volta-se para uma questão de conhecimento na qual investiga se o projeto de soluções está correto, satisfazendo as metas dos *stakeholders*;
- 4- Na *implementação da solução*: o termo “implementação” pode ter diferentes interpretações, pois depende da solução projetada. Contudo, não se tem dúvida que encontram-se aqui, problemas de ordem prática que proporcionarão a mudança no mundo;
- 5- Na *avaliação da implementação*: novamente aparecem questões de conhecimento, pois comparam os fatos, causas e impactos da solução com critérios estipulados (WIERINGA, 2009).

Quanto aos conhecimentos necessários para a solução dos problemas formulados, as respostas podem ser oriundas das próprias perguntas que são feitas no ciclo, ou mesmo consultando bases de conhecimentos existentes. Ainda sobre algumas questões de conhecimento, tais como o diagnóstico de problemas ou validação da solução, podem ser necessários projetos de pesquisa específicos para respondê-las.

No que diz respeito à estrutura aninhada do problema (aninhamento teórico/prático), Wieringa (2009) decompõe e acomoda os problemas práticos (P) e de conhecimento (K) em tipos de compartimentos, cujos termos são assim denominados:

- descrição (K): tipo susceptível de ocorrer com os problemas de conhecimento para descobrir algo necessário à investigação e quais são as suas causas;
- avaliação (K): possibilita que os fatos sejam observados e diagnosticados;
- predição (K): estimam-se os efeitos de uma solução;
- validação (K): as soluções são validadas e comparadas com critérios;

- especificação (P): problema de projeto de ordem prática com a especificação e o desenvolvimento de uma solução ora proposta;
- participação (P): também de ordem prática, realizam-se momentos participativos em que as soluções são apresentadas;
- discussão (P): de cunho prático, utiliza-se na apresentação dos artefatos, assim como a participação e discussão dos membros envolvidos;
- reflexões (P): emprega-se principalmente no final da estrutura aninhada, quando se agrega diversas questões e anseia-se a geração de conhecimento.

Além destes termos, quanto ao problema central do projeto (*design*), sua utilidade prática está em “melhorar” ou “construir” algo especificado, ou mesmo “implementar” uma especificação enunciada previamente.

3.3 Artefatos e classe de problemas

Um projeto com a DSR compreende atividades como: construir artefatos (para determinada finalidade) e avaliá-los (quão bem o artefato será adaptado para esta finalidade), com vistas a criar ou a melhorar “coisas” que são úteis aos propósitos humanos (MARCH; SMITH, 1995; WIERINGA, 2009). Com base nas necessidades da pesquisa, a DSR sustenta a concepção dos artefatos, bem como o aprimoramento da teoria existente. Para viabilizar um processo de desenvolvimento de um artefato, outras atividades também são imprescindíveis, como a verificação da sua viabilidade, utilidade, representação, validação e uso.

Considerando-se a necessidade de classificação dos artefatos, March e Smith (1995) os dividem em: modelos (que será o objeto do presente trabalho); constructos; métodos; instanciações e sistemas de informações. Hevner *et al.* (2004) definem artefato como representação simbólica ou uma instanciação física. Complementado estes conceitos, Simon (1996) afirma que o artefato cumpre um determinado propósito e é um ponto de encontro entre o ambiente interno (a própria organização) e o ambiente externo (as condições em que o artefato vai funcionar). Em síntese, o artefato é “a organização dos componentes do ambiente interno para atingir objetivos em um determinado ambiente externo” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015, p. 108).

Hevner *et al.* (2004) indicam que os requisitos para o bom funcionamento do artefato estarão localizados em um local denominado espaço do *design*. Nele, o pesquisador, inicialmente, verifica as relações do artefato com o que existe e o que ainda não existe acerca do problema que está estudando. Este conceito de espaço de *design* está atrelado a outro, de muita importância, que é “classe de problemas”.

Cabe elucidar o que é “modelo”, um dos artefatos utilizados nas pesquisas em DSR. De acordo com March e Smith (1995) os modelos são um conjunto de proposições ou de declarações que expressam relações entre constructos. Descrevem as “coisas” e representam a realidade das variáveis e suas relações conectadas. Na DS, os modelos são concebidos, mas a grande preocupação é na sua utilidade e na sua aderência quanto à realidade que representam. Em suma, os modelos precisam capturar a estrutura geral da realidade, assegurando sua utilidade (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015).

Nesta perspectiva, a forma de generalizar problemas específicos são as classes de problemas (ou classe de casos), que orientarão as pesquisas que estão sendo desenvolvidas. O conceito preciso de classe de problemas ainda é pouco elaborado, mas pode-se enunciar como “a organização de um conjunto de problemas práticos e teóricos que contenha artefatos úteis para a ação nas organizações” (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015, p. 104). E ainda, “as classes de problemas podem consistir em uma organização que orienta a trajetória do desenvolvimento do conhecimento no âmbito da *design science*” (p. 103). Como exemplos de classes de problemas do tipo 2, cujo foco é a aplicabilidade nas organizações, têm-se: mapeamento de processos de negócios; gestão de projetos; fluxo e gestão da informação; gestão do conhecimento; inovação; governança; gestão de documentos, dentre outros. Por fim, podem-se verificar influências na conformação das classes de problemas a partir da natureza escolhida dos artefatos da DSR.

3.4 Geração de conhecimento com a DS

A propósito do que vem a ser classe de problemas, convém lembrar outro ponto importante nas pesquisas utilizando a DS: o conhecimento que delas se originam. Van Aken (2005) defende que a DS não se preocupa com a ação por si mesma, mas com o mais importante, o conhecimento que pode ser utilizado no projeto da solução. Soma-se à necessidade de resolver problemas reais e com soluções generalizáveis. Hevner *et al.* (2004) vão além, e afirmam que conhecimento pode ser gerado com o projeto de construção do artefato, o desenvolvimento de novas metodologias, as teorias e os conceitos para novas tecnologias. Por consequente, haverá a ampliação da base de conhecimento existente com as pesquisas com o rigor da DS.

Pesquisas adotando a DS não se ocupam somente em explorar, descrever ou explicar o problema, mas também desenvolver o artefato que contribua para melhor atuação humana, seja na sociedade ou nas organizações. Assim, prescrever a solução ou projetar o artefato gera conhecimento do tipo 2, com relevância e rigor (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015; HEVNER *et al.*, 2004). Soma-se a isto a possibilidade de se conceber um *template* genérico que pode ser utilizado para solução de uma determinada classe de problemas, cujas contribuições teóricas ocorrem no âmbito da DS (VAN AKEN, 2005). Estas abordagens justificam o uso da DS como pesquisa de cunho prático e acadêmico.

Consolidaram-se os estudos da geração de conhecimento ao analisar Wieringa (2009, 2014) e os termos propostos para geração de conhecimento. Constatou-se que as questões de conhecimento podem ser respondidas a partir de uma base de conhecimento já existente, ou realizando pesquisa original utilizando a análise conceitual ou métodos empíricos. Estes métodos empíricos podem ser experimentos, estudo de casos, modelagens (com devidas validações) ou simulações.

3.6 Gestão arquivística de documentos (GAD)

O CONARQ (2011) definiu a GAD como um “conjunto de procedimentos e operações técnicas referentes às etapas do ciclo de vida dos documentos arquivísticos, ou seja, a produção, tramitação, uso, avaliação, arquivamento e destinação” (CONARQ, 2011, p. 13). São divididas em seis fases as etapas de todo o ciclo de vida dos documentos arquivísticos: produção, tramitação, uso, avaliação, arquivamento e destinação. Em suma, um programa de gestão arquivística de documentos deve:

Contemplar o ciclo de vida dos documentos; garantir a acessibilidade dos documentos; manter os documentos em ambiente seguro; reter os documentos somente pelo período estabelecido na tabela de temporalidade e destinação; implementar estratégias de preservação dos documentos desde sua produção e pelo tempo que for necessário; garantir as seguintes qualidades do documento arquivístico: organicidade, unicidade, confiabilidade, autenticidade e acessibilidade (CONARQ, 2011, p. 24).

Para a operacionalização das funções descritas acima, utilizam-se instrumentos arquivísticos como o plano de classificação documental (ou apenas plano de classificação) e a tabela de temporalidade.

O CONARQ (2014) recomenda que os documentos arquivísticos digitais em fase corrente e intermediária devem, preferencialmente, ser gerenciados por meio de um sistema de informação que garanta o controle do ciclo de vida, o cumprimento da destinação e a manutenção da autenticidade e da relação orgânica dos documentos (digitais e os convencionais). O que se denomina SIGAD:

É um conjunto de procedimentos e operações técnicas, característico do sistema de gestão arquivística de documentos, processado por computador. Pode compreender um software particular, um determinado número de softwares integrados, adquiridos ou desenvolvidos por encomenda, ou uma combinação destes. O sucesso do SIGAD dependerá, fundamentalmente, da implementação prévia de um programa de gestão arquivística de documentos (CONARQ, 2011, p. 10).

Em um SIGAD, deve ser garantido o funcionamento do plano de classificação e da tabela de temporalidade, além da atribuição de categorias de segurança (graus de sigilo), determinação do documento na estrutura organizacional e, conseqüentemente, o aporte para a localização física ou lógica ao conteúdo do documento. Normalmente, suportam metadados⁷, organicidade dos documentos e controlam prazos de guarda e destinação (CONARQ, 2011; RONDINELLI, 2005; SANTOS; INNARELLI; SOUZA, 2013).

3.6 Arquitetura corporativa (EA)

É importante o enfoque da EA neste artigo, visto que os artefatos da DS escolhidos são os modelos de EA. A abordagem da EA conta com uma miríade de definições propostas na literatura. Tal profusão de conceitos ocorreu ao longo dos últimos 20 anos, em função da proliferação das pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de metodologias e *frameworks* para construir e operacionalizar o conceito na prática. Quanto ao termo *enterprise architecture* está solidificado na língua inglesa, contudo no Brasil não está totalmente definido e não há um consenso, podendo ser utilizado arquitetura empresarial ou corporativa⁸.

O conceito arquitetura corporativa pode ser visto também como um processo. Nesse caso, segundo o Gartner – IT Glossary (2013), a EA é o processo de traduzir a visão estratégica de negócios em mudanças empresariais efetivas pela criação, comunicação e melhoria dos requisitos chave, princípios e modelos que descrevem o estado atual e futuro da empresa, permitindo, assim, a sua evolução. Lankhorst (2012) explica que a EA é um conjunto coerente de princípios, métodos e modelos que são usados no projeto da estrutura

⁷ Metadados são atributos concomitantes ou posteriores à criação dos documentos. Dados que definem dados. Espécie de código de classificação, anotações e índices (RONDINELLI, 2005).

⁸ Neste trabalho priorizará o uso do termo arquitetura corporativa.

organizacional, abrangendo os processos de negócios, sistemas de informação (SI) e infraestrutura de TI. The Open Group⁹ (2011, 2013) mostra que a EA consiste em identificar a estrutura dos diferentes elementos que formam uma organização e como se inter-relacionam, bem como os princípios e as diretrizes que regem sua concepção e evolução no tempo.

Para Dyer (2009) a EA é a lógica de organização para os processos de negócios e de infraestrutura de TI, cujo objetivo é criar uma organização mais eficaz no contexto do negócio. Nesta direção, quando se detalha a EA existe uma visão ampla da organização, possibilitando a governança integrada com o planejamento estratégico, aplicativos, segurança da informação, recursos humanos, financeiros, dentre outros.

O escopo de um programa de elaboração e de manutenção de EA é amplo e envolve toda a empresa, incluindo as pessoas, os processos, a informação e a tecnologia empregada, além de suas relações entre si e com o ambiente externo. Os arquitetos compõem soluções holísticas que abordam os desafios empresariais e apoiam a governança necessária para implementá-las, principalmente para o gerenciamento da grande complexidade da TI, gerando valor para o negócio. Conduzem o processo de EA para definir o estado de destino em que a organização deseja alcançar e, em seguida, ajudam a organização a compreender o seu progresso em direção ao estado futuro desejado. Dessa forma, é necessário conhecer a situação atual da empresa para que se almeje o estado futuro e o impacto das mudanças (DYER, 2009; GRAVES, 2012).

A EA é uma disciplina que reflete sobre a modelagem conceitual de organizações e busca responder à pergunta: “o que é uma organização”, do ponto de vista conceitual. O modelo motivacional é parte importante do conjunto de modelos de uma EA. Sua missão é estabelecer um guia para se refletir, planejar e estabelecer uma visão clara sobre como se realiza o alinhamento de expectativas e requisitos dos *stakeholders* (seus critérios, metas, princípios e outras diretrizes estratégicas) com os sistemas tático-operacionais que realizam tais requisitos e materializam as expectativas. Com efeito, tais sistemas realizam as operações que dão substância à proposta de valor da organização (sua missão e visão) (MALIK, 2009).

Considerando-se a necessidade de direcionar os arquitetos corporativos na modelagem empresarial, surgem as metodologias arquiteturais. São abordagens para resolver alguns ou todos os problemas referentes à arquitetura corporativa. Por outro lado, um *framework* arquitetural é uma estrutura esquematizada (arcabouço) que define os artefatos e as suas relações. Um *framework* deve descrever um método em termos de um conjunto de conceitos e um vocabulário comum, além de mostrar como esses conceitos se encaixam por meio de relações. Também deve incluir uma lista de padrões recomendados sob diferentes perspectivas (ROSS; WEILL; ROBERTSON, 2008).

As ideias que constituíram a área remontam ao final dos anos 80, quando John Zachman elabora o *Zachman framework*¹⁰ com o objetivo de obter uma ferramenta de modelagem que auxiliasse a implantação de sistemas da IBM em grandes clientes (THE OPEN

⁹ The Open Group é um consórcio global que permite a realização de negócios por meio da TI. Disponível em: <<http://www.opengroup.org/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

¹⁰ Embora autodescrito como um *framework*, seria melhor definido como uma taxonomia de domínios corporativos e níveis de abstração.

GROUP, 2011; ZACHMAN, 1987). Desse período aos dias atuais, inúmeras evoluções ocorreram no campo da modelagem conceitual de organizações e SI. Na sequência dos primeiros trabalhos na área, com foco em órgãos públicos ou privados, foram elaborados vários arcabouços e metodologias de modelagem.

Além do *Zachman Framework* (1987), destacam-se: *Technical Architecture Framework for Information Management* (TAFIM), em 1990; *The Open Group Architecture Framework* (TOGAF), em 1995; *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (C4ISR EA), em 1997; *National Institute of Standards and Technology* (NIST) - *Enterprise Architecture Model*, em 1999; *Federal Enterprise Architecture Framework* (FEAF), em 1999; IEEE 1471-2000 – ISO/IEC 41010:2007 – 2011, primeira versão em 2000; *Department of Defense Architectural Framework* (DoDAF), em 2003; *Design & Engineering Methodology for Organizations* (DEMO), em 2006.

Já a linguagem de arquitetura corporativa deve ser capaz de modelar, de forma integrada, processos de negócios, dados, aplicações e tecnologia, assim como as suas relações semânticas. Acrescenta-se o provimento de diretrizes da estratégia da organização e a comunicação fácil aos interessados, com tratamentos de forma inequívoca por meio das visões específicas para os *stakeholders*.

A linguagem de EA ArchiMate¹¹ surge priorizando a questão de fundo, relativa ao alinhamento consistente entre as camadas de abstração da organização (negócios, sistemas e infraestrutura). Foi concebida em um projeto de pesquisa europeu, de dois anos de meio (2004 a 2006), envolvendo 35 pessoas, com um custo de 4 milhões de Euros. Fez parte um consórcio de empresas e laboratórios de pesquisa, coordenado pela Novay, nesta época ainda Telematica Instituut (LANKHORST, 2012). ArchiMate é um padrão aberto, independente da EA, utilizada por diferentes fornecedores e consultorias. Provê todos os conceitos de uma linguagem de EA e em sua notação descreve, analisa e visualiza, unificando o vocabulário, o conjunto de termos, além de prover os conceitos e relacionamentos.

3.6 O projeto de pesquisa e desenvolvimento da CEMIG – P&D GT507

A Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) é uma sociedade por ações de economia mista, fundada em 22 de maio de 1952. Atualmente é uma *holding* composta por 209 empresas, com negócios em 22 estados brasileiros, no Distrito Federal e no Chile. Atua na geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, distribuição de gás natural e telecomunicações (CEMIG, 2013, 2015).

Em 2012 decidiu-se na Companhia Energética pela realização de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), alocado na CEMIG Geração e Transmissão (GT) com o número 507, cujo título é: “Gestão de Recursos Informacionais para Eficiência de Processos - Projeto P&D - APQ-03398-11”. O projeto foi aprovado com a duração de 24 meses, abrangendo as seguintes áreas de conhecimento: Ciência da Informação, Sistemas de Computação e Ciências Contábeis. A Escola de Ciência da Informação (ECI) da UFMG foi

¹¹ Disponível em: <<http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate2-doc/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

escolhida para a parceria institucional do P&D. Com um custo aproximado de quase dois milhões de reais, iniciou as atividades em meados de 2013.

Dentre os motivos que viabilizaram financeiramente o P&D, destacam-se:

- economia de, aproximadamente, 425.000 impressões e cópias anuais;
- exposição a riscos de multas por não apresentação tempestiva de documentos exigidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em auditorias e fiscalizações;
- multas materializadas pela não localização de documentos probatórios (P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11, 2013).

Quanto aos objetivos do P&D GT507, de acordo com o documento P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11 (2013), têm-se:

- integrar recursos de TI, documentais e processuais;
- construir um sistema de informação para tramitação das Capas de Lote;
- implantar metodologia de gestão documental;
- implantar política de gestão documental corporativa de documentos (P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11, 2013).

O P&D GT507 abrange a automação das atividades de captura, arquivamento, preservação e gerenciamento de documentos ao longo do ciclo de vida da Capa de Lote, processos não contemplados pelo SAP¹². Esta capa é uma folha utilizada para agrupar documentos, indexados por número da empresa, tipo de documento, data de lançamento do lote e número do documento (P&D CEMIG GT507, 2013). Em síntese, visa a conceber e a implantar uma sistemática para integrar estas quatro perspectivas:

- pessoas, incluindo visão, conscientização, cultura, condutores estratégicos e barreiras ou entraves;
- informações e documentos;
- processos, incluindo práticas de trabalho, políticas e padrões;
- tecnologia, em termos de princípios de concepção de um novo sistema de gestão integrada de documentos (P&D CEMIG GT507, 2013; P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11, 2013).

A construção deste sistema de gestão de documentos na CEMIG se sustenta na criação da política e da metodologia da gestão de documentos e de informações, mitigando os seguintes problemas:

- grande volume de documentação física;
- impressão excessiva das Capas de Lote;
- desatualização constante da documentação solicitada;
- falta de integração dos sistemas disponíveis na Companhia (P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11, 2013).

¹² SAP é um sistema de gestão empresarial (ERP).

Em um levantamento realizado na CEMIG, em 2012, constatou-se que a Companhia e suas coligadas geram, anualmente, cerca de 2.500.000 documentos relativos aos processos de contabilização (incluindo os anexos). Esses documentos são frequentemente auditados¹³ e demandam agilidade na recuperação para o atendimento aos auditores e aos fiscais, além da necessidade de rápida localização de documentos em microfimes (P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11, 2013).

O processo específico destes documentos contábeis¹⁴ se inicia com o lançamento dos mesmos no SAP, nas diversas localidades onde o SAP opera. Em seguida, é gerada e impressa uma folha que será a capa do lote de um agrupamento de documentos, indexados por número da empresa da CEMIG, tipo de documento (aproximadamente 120 tipos), data de lançamento do lote e número do documento (P&D CEMIG GT507 2013). Ainda neste contexto, outra denominação particular da CEMIG é a de “Dossiê”, referindo-se à folha da Capa de Lote em conjunto com seus documentos e anexos. Após o processamento dos Dossiês, os mesmos são enviados para um departamento específico da CEMIG.

Sob este enfoque, o departamento responsável pela gestão da Capa de Lote é a CR/CB - Gerência de Contabilidade, subordinada à Diretoria de Finanças e Relações com Investidores (DFN). Tal gerência conta com, aproximadamente, 40 funcionários, com cinco deles diretamente ligados à gestão da Capa de Lote. Em suma, pode-se afirmar que toda a CEMIG gera a Capa de Lote e a CR/CB é quem recebe, promove a sua guarda e é auditada.

Foi necessário entender a estratégia organizacional desenvolvida na CEMIG, pois serviu de insumo para realização da modelagem da arquitetura corporativa. No intuito de retratar o cenário atual do pensamento da organização, bem como indicar um cenário futuro desejado, foi necessário aprofundar-se nas estratégias organizacionais.

Nesta perspectiva, escolheu-se o material apresentado pela CEMIG para concorrer ao prêmio de 2011 (CEMIG GT GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A, 2011), tais como:

- organograma;
- *stakeholders*;
- planejamento, direcionadores e mapas estratégicos;
- *balanced scorecard* (BSC) e os principais indicadores estratégicos;
- principais projetos e sistemas desenvolvidos;
- dentre outros (CEMIG GT GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A, 2011).

¹³ As auditorias são realizadas por um Organismo Certificador reconhecido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

¹⁴ Este pesquisador participou da modelagem dos processos da Capa de Lote, utilizando a linguagem de notação para modelagem de processos de negócios (BPMN).

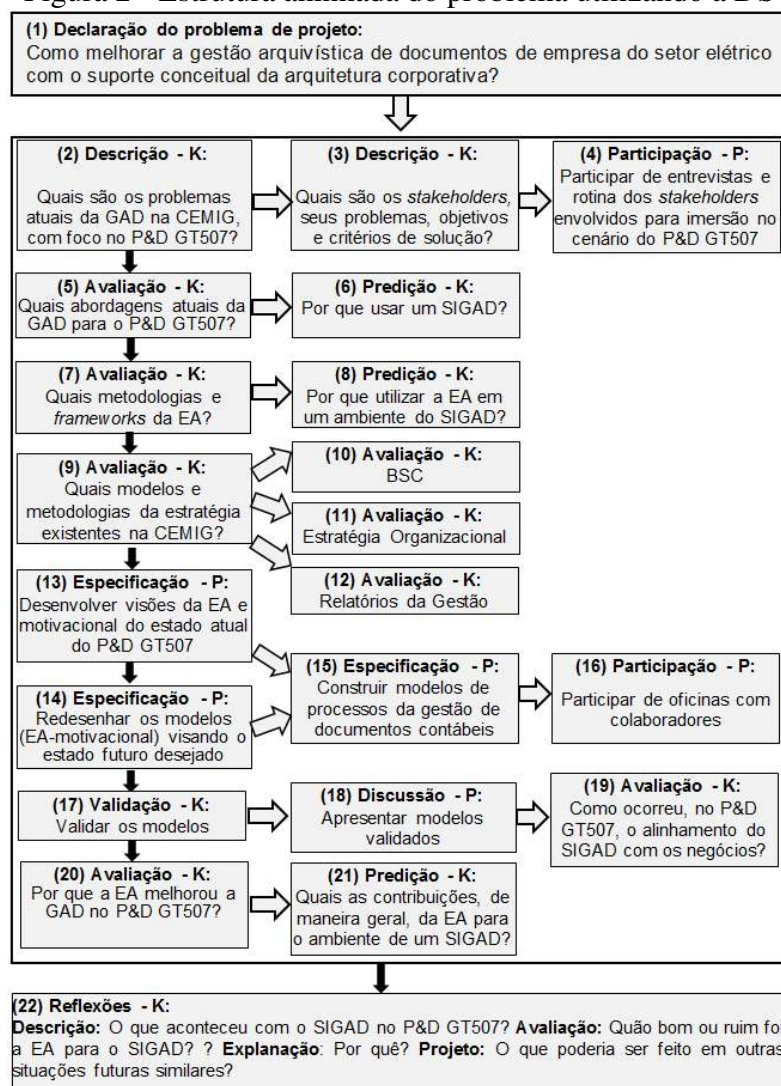
4 A ESTRUTURA ANINHADA DO PROBLEMA EM UM PROJETO DE P&D

Nesta Seção será apresentada a estrutura aninhada do problema de Wieringa (2009), aplicada no projeto de P&D GT507 da CEMIG. Realizou-se na Seção 3.2 a explanação dos tipos e das diferenças entre problemas práticos (P) e de conhecimento (K) e alertou-se para fato destes problemas serem confundidos, criando problemas metodológicos. Estas diferenças foram fundamentais para o entendimento do que vem a seguir.

Além do que foi visto sobre a estrutura aninhada do problema (Fig. 2), outros entendimentos são importantes:

- em cada compartimento está indicado o tipo do problema, de conhecimento (K) ou prático (P);
- os números não denotam sequência, apenas um guia para a descrição;
- com relação às setas entre os compartimentos, tem-se que as setas cinza mostram a decomposição do problema e as setas sólidas mostram a sequência temporal;
- o modelo é cíclico, ou seja, do compartimento 22 volta-se para o 1.

Figura 2 - Estrutura aninhada do problema utilizando a DS



Fonte: o autor, 2015.

O problema central de pesquisa aparece no compartimento 1: *como melhorar a GAD de empresa do setor elétrico com o suporte conceitual da arquitetura corporativa?* De ordem prática, este problema realiza as três primeiras etapas do ciclo regulador de Wieringa (Fig. 1 – Seção 3.2): investigação do problema; projeto de soluções; validação do projeto. O que segue na estrutura aninhada é a decomposição deste problema central em vários subproblemas (práticos e de conhecimento).

Os problemas 2 e 3 (teóricos) são encarregados de levantar os requisitos iniciais para a modelagem da EA. Já o problema 4, de ordem prática, completa este ciclo de conhecimento (problemas 2 e 3), pois ocorreu no cenário real da Companhia Energética a imersão deste pesquisador, resultando nas entrevistas com os principais *stakeholders*.

Outro ciclo teórico se inicia com as questões de conhecimento 5 e 6, que fazem referência a GAD e ao SIGAD. Simultaneamente, adentrou-se no projeto P&D GT507 para associar os termos do CONARQ (2011) com as especificidades da Companhia Energética. Para contemplar a questão 7, recorreu-se à literatura da EA, com as metodologias e os *frameworks* e fechar este ciclo com a questão 8, quando se verificou o porquê de utilizar a EA em um ambiente do SIGAD.

Em seguida, as questões 9, 10, 11 e 12 foram fundamentais para obtenção dos insumos necessários da Companhia Energética para a modelagem do ambiente específico do P&D. Concomitantemente a este ciclo teórico, tem-se o ciclo prático do desenvolvimento dos modelos (problemas práticos 13 e 15). Conforme prega a DSR, a avaliação e validação é um passo primordial e estão indicados em 16 e 17.

Como relatado anteriormente, além de retratar o cenário atual a modelagem de uma EA somente é viável se ocorrer o redesenho, gerando o cenário futuro desejado. Portanto, o compartimento 14 contém a indicação do redesenho.

Já no aspecto da comunicação, quesito não menos importante em uma pesquisa com a DSR, indica-se uma questão de ordem prática (18). Foram realizados diversos *workshops*, palestras e seminários para que o projeto fosse comunicado adequadamente.

Do ponto de vista de alcançar os objetivos propostos neste trabalho e gerar conhecimento a partir deste projeto, são propostas as questões 19, 20 e 21. Somam-se a elas as reflexões descritas em 22 para obtenção das lições aprendidas.

Considerando-se a importância destas últimas questões (19 a 22) nas quais realmente ocorre a geração de conhecimento em projetos com a DSR, cabe listar a síntese das contribuições gerais desta pesquisa:

- um artefato, por si mesmo, é uma contribuição ao conhecimento;
- uma pesquisa é uma contribuição teórica original;
- a investigação e as validações do problema contêm questões de conhecimento;
- a generalização da solução a partir da classe de problemas;
- novos conhecimentos que podem ser aplicados para situações similares;
- a construção do conhecimento efetiva, ocorre a partir da pesquisa, incluindo a interação entre o objeto e o observador;
- aplicação do conhecimento a partir de uma base existente, obtida nas investigações;

- com a solução das questões de conhecimento, melhora-se o conhecimento dos *stakeholders*;
- uma pesquisa utilizando DS colabora para compreender o seu papel na construção de artefatos;
- geração de conhecimento durante o ciclo regulador (HEVNER *et al.*, 2004; VAN AKEN; BERENDS; VAN DER BIJ, 2007; WIERINGA, 2009, 2014).

Finalmente, a partir desta estrutura aninhada e as decomposições do problema central, fica clara a indicação de qual é a *classe de problemas* abordada: a *gestão arquivística de documentos*. Deixar clara a classe de problemas da pesquisa visa à orientação da pesquisa que está sendo desenvolvida e ao favorecimento de uma investigação mais assertiva (DRESCH; LACERDA; ANTUNES JUNIOR, 2015; VAN AKEN, 2005).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou a DSR como método de pesquisa e sua aplicação em um projeto de P&D na área de gestão de documentos. Mostrou-se o que vem a ser a “Gestão da Capa de Lote” na CEMIG. Levando-se em conta a complexidade desta gestão, decidiu-se na Companhia Energética em 2012 pela realização de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D). A Escola de Ciência da Informação (ECI) da UFMG foi parceira institucional do P&D.

Aprofundou-se na base epistemológica *DS* e no método *DSR*. Foram apresentadas visões de oito autores sobre este paradigma, além do precursor Herbert Simon, referido no trabalho seminal “*The Sciences of the artificial*”, publicado pela primeira vez em 1969. Simon apregoa que a geração de conhecimento acontece no processo de concepção de artefatos.

Utilizou-se a EA, suas visões e extensão motivacional para revelar os objetivos estratégicos organizacionais, bem como explicitar e comunicar demandas específicas aos *stakeholders*. Obtiveram-se argumentos suficientes para apresentar uma questão central de pesquisa (*como melhorar a GAD de empresa do setor elétrico com o suporte conceitual da EA?*). Utilizando o método DSR e a estrutura aninhada do problema de Wieringa (2009), realizou-se o desdobramento da questão da pesquisa em 21 questões práticas e de conhecimento, aninhadas entre si.

No que tange aos resultados práticos da pesquisa valeu-se do artefato para a solução de problemas reais da Companhia Energética, representando a realidade da CEMIG, suas variáveis e relações conectadas. Para a geração de conhecimento, utilizando o rigor e a relevância da DSR, sistematizaram-se os problemas práticos e as questões de conhecimento com a possibilidade de generalização da solução a partir da classe de problemas, a *gestão arquivística de documentos*.

Indica-se, como continuidade dos estudos, a efetiva generalização em situações futuras similares à deste projeto, em organizações que pretendem: buscas mais eficientes a documentos; agilidade no atendimento a terceiros; economia de gastos com impressões; mitigação de multas; eliminação de planilhas eletrônicas; modernização da captura de documentos, dentre outros.

REFERÊNCIAS

ARQUIVO NACIONAL (Brasil). **Dicionário Brasileiro de Terminologia Arquivística**. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2005.

BAX, M. P. Design science: filosofia da pesquisa em Ciência da Informação e tecnologia. In: **XV ENANCIB - Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**. Belo Horizonte, 2014.

CEMIG. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br>>. Acesso em: 01 jun. 2015.

CEMIG. **Formulário 20-F**. 2013. United States Securities and Exchange Commission – Washington, D.C. Disponível em: <http://cemig.foiinvest.com.br/ptb/10520/CEMIG20F2012_29042013_por_fullversion.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2016.

CEMIG GT GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A. **Relatório da Gestão 2011**. Belo Horizonte: CEMIG, 2011.

CONARQ - CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS (Brasil). **Modelo de requisitos para sistemas informatizados de gestão arquivística**. Rio de Janeiro, 2011.

CONARQ - CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS (Brasil). **Resolução Nº 39**, de 29 de Abril de 2014 – Preservação Digital. Rio de Janeiro, 2014.

DRESCH, A; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DYER, A. Measuring the Benefits of Enterprise Architecture. In: SAHA, P. **Advances in government enterprise architecture**. New York: Information Science Reference, 2009.

GARTNER – IT GLOSSARY. **Enterprise Architecture**. 2013. Disponível em: <<http://www.gartner.com/it-glossary/enterprise-architecture-ea/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

GIBBONS, M. *et al.* **The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies**. Great Britain: Sage Publications Ltd, 1994.

GRAVES, T. **The enterprise as story: the role of narrative in enterprise architecture**. LeanPub, 2012.

HEVNER, A. R. *et al.* Design Science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

LANKHORST, M. **Enterprise architecture at work: modelling, communication, and analysis**. Berlin: Springer-Verlag, 2012.

MALIK, N. **Em direção a um modelo corporativo da motivação do negócio**. In: The Architecture Journal. Microsoft. v. 19, 2009. Disponível em: <<http://download.microsoft.com/download/5/A/5/5A58D817-90D1-4878-B275-26AB3552E6D3/journal19.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995.

NUNAMAKER, J. F.; CHEN, M.; PURDIN, T. D. M. Systems Development in Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 7, n. 3, p. 89-106, 1991.

P&D CEMIG GT507. **Apresentação do P&D pela Diretoria de Gestão Empresarial (DGE)**. Belo Horizonte: CEMIG GT - Companhia Energética de Minas Gerais – Geração e Transmissão, 2013.

P&D CEMIG GT507 - APQ-03398-11. **Formulário de projeto – ANEEL**. Belo Horizonte: Documentos do P&D GT507, 2013.

RONDINELLI, R. C. **Gerenciamento Arquivístico de Documentos Eletrônicos**: uma abordagem teórica da diplomática arquivística contemporânea. 4. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

ROSS, J. W.; WEILL, P. ROBERTSON, D. C. **Arquitetura de TI como estratégia**

SANTOS, V. B.; INNARELLI, H. C.; SOUZA, R. T. B. **Arquivística**: temas contemporâneos: classificação, preservação digital e gestão do conhecimento. 3. ed. Distrito Federal: SENAC, 2013.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

TAKEDA, H. *et al.* Modeling Design Processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-48, 1990.

THE OPEN GROUP. **Architecture Framework TOGAF**. Version 9.1, 2011. Disponível em: <<http://www.opengroup.org/architecture/togaf91/downloads.htm>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

THE OPEN GROUP. **ArchiMate 2.1 Specification**. 2013. Disponível em: <<http://pubs.opengroup.org/architecture/archimate2-doc/>>. Acesso em: 02 jan. 2016.

VAN AKEN, J. E. Management Research as a Design Science: articulating the research Products of mode 2 knowledge production in management. **British Journal of Management**, v. 16, 19–36, 2005.

VAN AKEN, J. E.; BERENDS, H.; VAN DER BIJ, H. **Problem solving in organizations**. United Kingdom, Cambridge: University Press Cambridge, 2007

WIERINGA, R. **Design science as nested problem solving**. New York, ACM, 2009.

WIERINGA, R. **Design science methodology**: for information systems and software engineering. New York: Springer, 2014.

ZACHMAN, J. A. A Framework for Information Systems Architecture. **IBM Systems Journal**, v. 26, n. 3. IBM Publication G321-5298. 1987.