

GOVERNANÇA DIGITAL

MARCELO SOARES PIMENTA
DIEGO RAFAEL CANABARRO
ORGANIZADORES

GOVERNANÇ DIGITAL



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO
GRANDE DO SUL

Reitor

Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora e Pró-Reitora
de Coordenação Acadêmica

Jane Fraga Tutikian

EDITORA DA UFRGS

Diretor

Alex Niche Teixeira

Conselho Editorial

Álvaro Roberto Crespo Merlo

Augusto Jaeger Jr.

Carlos Pérez Bergmann

José Vicente Tavares dos Santos

Marcelo Antonio Conterato

Marcia Ivana Lima e Silva

Maria Stephanou

Regina Zilberman

Tânia Denise Miskinis Salgado

Temístocles Cezar

Alex Niche Teixeira, presidente

Centro de Estudos Internacionais sobre Governo (CEGOV)

Diretor

Marco Cepik

Vice Diretor

Ricardo Augusto Cassel

Conselho Superior CEGOV

Ana Maria Pellini, Ario Zimmermann, José
Henrique Paim Fernandes, José Jorge Ro-
drigues Branco, José Luis Duarte Ribeiro,
Paulo Gilberto Fagundes Visentini

Conselho Científico CEGOV

Cássio da Silva Calvete, Diogo Joel
Demarco, Fabiano Engelmann, Hélio
Henkin, Leandro Valiati, Lúcia Mury
Scalco, Luis Gustavo Mello Grohmann,
Marcelo Soares Pimenta, Marília Patta
Ramos, Vanessa Marx

Coordenação Coleção Editorial CEGOV

Cláudio José Muller, Gentil Corazza, Marco
Cepik

GOVERNANÇA DIGITAL

MARCELO SOARES PIMENTA
DIEGO RAFAEL CANABARRO
ORGANIZADORES

© dos autores
1ª edição: 2014

Direitos reservados desta edição:
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Coleção CEGOV Capacidade Estatal e Democracia

Revisão: Fernando Preusser de Mattos, Fernanda Lopes
Silva, Ricardo Fagundes Leães

Projeto Gráfico: Joana Oliveira de Oliveira, Liza Bastos
Bischoff, Henrique Pigozzo da Silva

Capa: Joana Oliveira de Oliveira

Foto da Capa: Joana Oliveira de Oliveira

Impressão: Gráfica UFRGS

Apoio: Reitoria UFRGS e Editora UFRGS

Os materiais publicados na Coleção CEGOV Capacidade Estatal e Democracia são de exclusiva responsabilidade dos autores. É permitida a reprodução parcial e total dos trabalhos, desde que citada a fonte.



G721 Governança Digital [recurso eletrônico] / organizadores Marcelo Soares Pimenta e Diego Rafael Canabarro. - dados eletrônicos. - Porto Alegre: Editora da UFRGS/CEGOV, 2014.
212 p. : pdf

(CEGOV Capacidade Estatal e Democracia)

1. Administração pública. 2. Tecnologia da informação. 3. Governança digital. 4. Segurança cibernética. 5. Economia da informação. I. Pimenta, Marcelo Soares. II. Canabarro, Diego Rafael. III. Série.

CDU – 681.3:35(81)

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Jaqueline Trombin - Bibliotecária responsável CRB10/979)

ISBN 978-85-386-0478-5

SISTEMAS DE GOVERNO ELETRÔNICO SÃO ECOSSISTEMAS DIGITAIS

GUSTAVO DA GAMA TORRES

Graduado em Economia, tem mestrado e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É professor adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e é funcionário do Serviço Federal de Processamento de Dados (SERPRO).

MARCELO SOARES PIMENTA

Doutor em Informática – Université Toulouse 1 (1997), Bacharel (1988) e Mestre (1991) em Ciências da Computação pela UFRGS, com pós-doutorado na Université Paul Sabatier, Toulouse, França (2002-2003). Atualmente é professor associado e pesquisador no Instituto de Informática (INF) da UFRGS.

INTRODUÇÃO

Governo Eletrônico (*e-government*, ou abreviadamente referenciado como e-gov) refere-se, basicamente, ao uso de tecnologias de informação e comunicação (doravante abreviadas como TICs) na esfera pública – no Brasil, isso inclui administração federal, estadual e municipal – para trocar informações e prover serviços a cidadãos, empresas e (outras) instituições governamentais e não governamentais. A adoção de e-gov modifica a estrutura tradicional do governo e é essencial para a modernização e a inovação da administração pública tornar-se uma realidade.

A recuperação das funções públicas do Estado – entendida como um dos desafios centrais para o desenvolvimento do país – vem sendo objeto de estudo da universidade brasileira. Como decorrência direta desse foco, a reflexão a respeito das formas adequadas para o funcionamento da máquina administrativa relaciona-se diretamente com o estudo de práticas que conferem significado à gestão, bem como com a determinação de mudanças institucionais e organizacionais capazes de sustentar a digitalização das funções do Estado.

O conhecimento acumulado pelas instituições da esfera pública converge justamente para o propósito de buscar sinergias na avaliação, no desenvolvimento e na aplicação de soluções a problemas inerentes ao alcance de metas de bem estar social em um contexto de escassez de recursos (humanos, tecnológicos, financeiros, etc.). É inegável, portanto, que o domínio e a expertise sobre a aquisição e o emprego de tecnologias digitais na administração pública, bem como a integração e a coordenação de sistemas de informações diversos, sejam condições necessárias para o sucesso da ação do Estado brasileiro em múltiplos níveis.

O objetivo deste capítulo é apresentar os fundamentos para a compreensão da infraestrutura de sistema de informação de e-gov e discutir alguns desafios relacionados à problemática do desenvolvimento de sistemas de informação públicos de hoje e os da próxima geração. Em particular, o conceito de sistemas de e-gov como ecossistemas digitais é discutido e embasado.

O capítulo está estruturado como segue. Após esta introdução, a seção 2 introduz a ideia de governo eletrônico como um ecossistema, enquanto a seção 3 caracteriza os ecossistemas digitais e os sistemas de e-gov. Na seção 4, é discutido o caráter necessariamente experimental para a concepção de sistemas de e-gov, e na seção 5 discutem-se algumas ideias relacionadas à arquitetura da próxima geração de e-gov. Na seção 6, tenta-se estabelecer uma convergência entre as ideias relacionadas a e-gov como ecossistema digital, sistema sociotécnico e sistema de sistemas (*system of systems* – SoS). Finalmente, na seção 6 algumas considerações finais são apresentadas.

GOVERNO ELETRÔNICO COMO UM ECOSISTEMA DIGITAL: PROLEGÔMENOS

Há aproximadamente dez anos, um artigo denominado “*E-government around the world: Lessons, challenges, and future directions*” apresentava uma síntese sobre as principais questões que influenciavam as iniciativas de governo eletrônico (JAEGER; THOMPSON, 2003). Há, no artigo, uma menção específica, porquanto ilustrativa, de um relatório do *General Accounting Office* dos EUA, no qual é listado um conjunto de desafios para a implementação de e-gov: (a) sustentação de uma liderança executiva compromissada; (b) construção de casos de negócios de governo eletrônico eficazes; (c) manutenção do foco no cidadão; (d) proteção da privacidade pessoal; (e) implementação de controles adequados de segurança; (f) preservação dos registros eletrônicos; (g) manutenção de uma infraestrutura técnica robusta (h); desenvolvimento de capacidades do capital humano de tecnologia da informação; e (i) garantia de um serviço uniforme para o público.

Há também uma menção a outros estudos, nos quais são listados desafios adicionais relacionados a conflitos potenciais entre as funções de e-gov e a legislação, bem como a problemas de coordenação e colaboração entre as agências governamentais (JAEGER; THOMPSON, 2003; DRIGAS; KOUKIANAKIS, 2009). Nesse caso, em razão da predominância de visões voltadas para dentro das organizações, a coordenação e a colaboração aparecem com pouca ou nenhuma preocupação com os objetivos gerais de um governo e as funções de e-gov.

Junto com as questões políticas complexas, alguns dos maiores desafios passariam pela exploração do potencial do governo eletrônico na realização das dimensões sociais da política de informação relacionadas com a Internet, tais como a inclusão dos cidadãos nos sistemas de educação, saúde, trabalho ou no próprio governo. Os argumentos do artigo enfatizavam a predominância dos elementos de política para a definição de uma nova institucionalidade: questões regulatórias, econômicas e de direitos.

O relatório publicado pela ONU em 2012 sobre e-gov apresentou o resultado da reiteração de uma pesquisa sobre como cada país entrega¹ serviços de governo *on-line* (ONU, 2012). As pesquisas anteriores foram publicadas em 2003, 2004, 2005, 2008 e 2010. O estudo é baseado na construção de um índice, cujo propósito é medir o preparo e a capacidade das administrações nacionais de usar tecnologias de informação e comunicação no fornecimento dos serviços públicos (*e-government development index* – EGDI). O índice é uma composição de outros três índices, a saber:

(1) O termo “entrega” é usado deliberadamente, e nos parece mais indicado do que o termo “disponibiliza” por mostrar um comprometimento maior com a realização e implantação de serviços à população, similar à entrega (*delivery*) que ocorre com sistemas implantados no mercado.

$$EGDI = (\text{índice de serviços online} + \text{índice de telecomunicações} + \text{índice de capital humano}) / 3$$

Esses índices refletem a avaliação de questões tais como a governança digital, o acesso aos serviços, a possibilidade de interação com a administração, o preparo da população para o uso da tecnologia, a infraestrutura e a participação. Um aspecto a ser destacado na pesquisa é o fato de que, embora seja uma proposta para servir de métrica para avaliar o cumprimento dos objetivos políticos de e-gov, no sentido de procurar expressar a maneira como as questões das políticas de informação servem ao desenvolvimento, muitas das verificações efetuadas foram relativas à existência de meios técnicos, mas não de resultados institucionais, ou pelo menos não em profundidade. A rigor, não é possível extrair do estudo a conclusão quanto a se houve, ou não, uma evolução decisiva no nível de qualidade da governança pública em razão do emprego de mais tecnologia, não obstante este seja o pressuposto fundamental inscrito no catálogo das boas práticas que são definidas nos estudos empíricos em administração.

Tampouco ficou caracterizada uma melhora da governança a nível global, malgrado o fato de que a tecnologia tenha evoluído muito nos últimos dez anos. As observações ensejadas na análise do EGDI em seu conjunto levam à verificação de que os desafios das políticas de emprego das tecnologias de informação como fator de promoção das relações internacionais estão em níveis de severidade equivalentes aos enfrentados há dez anos. Para relacionar, embora sem quantificar, esses desafios são relativos às necessidades não superadas de: acesso universal; educação para uso da tecnologia; disponibilidade de informações relevantes; serviços úteis; responsividade dos serviços; responsabilização; coordenação supranacional, nacional, regional e local das atividades de governo; protocolos de serviço padronizados e conhecidos; métodos e indicadores de desempenho para avaliar os serviços e padrões de governo eletrônico; participação; infraestrutura confiável; políticas inclusivas; políticas de inovação; políticas de produção, registro e compartilhamento da propriedade intelectual; e segurança cibernética, entre outros.

O EGDI confirma o nível de desenvolvimento de uma economia digital alcançada por alguns países, corroborando o modelo de governança pública na “era digital”, de Dunleavy et al. (2006), adotado no estudo do CEGOV em Cepik e Canabarro (2010). O modelo caracteriza o desempenho governamental como resultado da capacidade governamental de obter custos moderados de provisão de tecnologia, frente ao poder da indústria. Isso se dá nas economias mais dinâmicas, porquanto mais competitivas, e são mais competitivas quanto mais fortemente estiverem apoiadas no domínio de tecnologias. O aspecto comum desses países é a existência de iniciativas fortes no sentido de traduzir a capacidade técnica, não apenas em políticas de aquisição, mas fundamentalmente em políticas que se concretizam em desenvolvimento tecnológico e em ferramentas. Como sequência, de maneira contínua e integrada, materializam a entrega de melhores serviços.

O arranjo que converge em um sistema de e-gov mais capacitado precisa ser muito mais instrumentalizado do que uma grande infraestrutura tecnológica que incorpore tecnologias potentes. Tais instrumentos precisam ser forças integradoras e sinérgicas para poder resultar em cognição, qualificação e eficiência, o que formaria uma base material, mas também humana, quando refletida na ação das pessoas em evolução contínua. Dá-se a esses arranjos a designação de *ecossistemas digitais*. A marca comum nas iniciativas dos países melhor posicionados em relação ao índice das pesquisas sobre o desenvolvimento em e-gov é relativa à definição de arranjos institucionais de e-gov, que, aos poucos, assumem a forma de ecossistemas digitais.

OS ECOSSISTEMAS DIGITAIS GOVERNAMENTAIS

A *International ACM Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems* (MEDES), na primeira conferência da série anual, faz a seguinte caracterização de um ecossistema digital:

No mundo da Internet, o crescimento rápido e exponencial do uso de mídias digitais leva ao surgimento de ambientes virtuais denominados ecossistemas digitais. São compostos por entidades múltiplas e independentes, tais como indivíduos, organizações, serviços, softwares e aplicações que compartilham um ou vários objetivos. Estão focalizados nas interações e inter-relações entre as entidades. O ecossistema digital exhibe auto-organização graças à recombinação e evolução de seus “componentes digitais”, nos quais os recursos fornecidos por cada entidade são devidamente mantidos, gerenciados e usados. Os recursos subjacentes compreendem principalmente dados de gerência, serviços voltados à inovação, inteligência computacional e plataformas de auto-organização (ACM MEDES, 2009, p. 1, grifo do autor, tradução nossa)².

Um aspecto importante desses sistemas refere-se ao fato de que eles não são definidos por módulos funcionais, mas por suas conexões. As conexões são representação não só de pessoas – uma vez que os sistemas estão centrados nos usuários –, mas também de organizações, conhecimento, recursos, tarefas e tecnologias. Conhecimentos endereçam modelos, como representações do mundo. Os

(2) *“In the world of the Internet, the rapid growth and exponential use of digital medias leads to the emergence of virtual environments namely digital ecosystems composed of multiple and independent entities such as individuals, organizations, services, software and applications sharing one or several missions and focusing on the interactions and inter-relationships among them. The digital ecosystem exhibits self-organizing environments, thanks to the re-combination and evolution of its “digital components”, in which resources provided by each entity are properly conserved, managed and used. The underlying resources mainly comprehend data management, innovative services, computational intelligence and self-organizing platforms”* (ACM MEDES, 2009, p. 1).

recursos são informações qualificadas pelos modelos de representação a partir dos registros de dados que alimentam as tarefas. As tarefas são heurísticas, que tanto podem ser extraídas dos modelos mais sofisticados, quanto as mais simples, tais como “estabelecer uma conexão”. As tecnologias podem ser vistas tal como sugere a metáfora em Lévy de próteses da mente (LÉVY, 1993). Contudo, o aspecto mais importante em um ecossistema digital é propiciar a inteligência coletiva como característica emergente, e nesta, o problema da democracia. Lévy (2007, p.61) faz menção à “inadaptação dos governos”, criticando os modelos de governo (implicitamente, e-gov) no encaminhamento das questões políticas da era da Internet.

Há várias leituras possíveis para o problema da existência de lacunas de e-gov que decorrem das lacunas entre o governo e a sociedade que este ajuda (ou obstaculiza) a construir. Adota-se, neste texto, com base na referência em Dunleavy et al. (2006 apud CEPIK; CANABARRO, 2010), a leitura de que os países nos quais as condições materiais têm menor custo de provisão estão mais próximos da condição de produzir ecossistemas de e-gov engendrados com base em participação e democracia. Contudo, destaca-se que o desenvolvimento desses sistemas como recurso institucional, de maneira a que isso represente uma evolução civilizatória, não está próximo.

Diferentemente da melhoria organizacional gerada na implantação de um sistema administrativo, como uma contabilidade, uma folha de pagamento, ou um ERP (ou sua variante de governo, o GRP), de base normativa consolidada, a projeção sobre uma nova forma de organização, horizontal e democrática, alimentada pela cibercultura, é nebulosa. À primeira vista, tem-se a impressão de que as dificuldades decorrem dos conflitos relativos a interesses não totalmente convergentes, tal como descrito pela Teoria da Agência, frequentemente referenciada para explicar as limitações sobre a adoção de tecnologia nas organizações (JENSEN; MECKLING, 1976). Porém, percebe-se que uma parte importante dos conflitos tem origem em relações que não são mapeadas sobre a hierarquia, mas a partir da rede de conexões que desvelam os ecossistemas formados em planos e clivagens, tal como superorganizações multi-institucionais, transnacionais e sobrepostas, para além dos próprios governos.

Análises baseadas em sistemas de busca na *web* têm revelado estruturas sociais subjacentes às redes de conexões. Os mapas dessas conexões sugerem a força de fluxos financeiros e de decisão, consubstanciando ecossistemas digitais de negócio, com potencial para afetar a competição nos mercados globais e a estabilidade econômica dos países (VITALI; GLATTFELDER; BATTISTON, 2011). Não consta que haja iniciativas paralelas no âmbito dos governos, exceto a capitaneada pela *National Security Agency* dos EUA, que está mais próxima de ser uma ação de cibercrime, quando analisada à luz das obrigações de Estado sobre a proteção dos direitos, do que uma construção política. A dinâmica de sociedade em rede não encontra eco nas instituições governamentais, e isso gera um grande déficit que deve ser realisticamente considerado. Pretende-se que o uso de TICs possa ajudar a construir

instrumentos para o aprimoramento da democracia e ajudar a reduzir este déficit.

Não há como uma sociedade apropriar-se dos benefícios das tecnologias, senão aprendendo a empregá-las em prol da coletividade. Isso provavelmente colocará os governos cada vez mais como um grande gerente de informações. O gerenciamento das informações está sendo afetado tanto pelo crescimento exponencial da sua produção, quanto em relação às formas que, em sua maioria, trazem informações parciais de contexto, além das fontes, que vão das redes sociais aos objetos, tais como veículos e sensores. Embora o volume de informação cresça, a capacidade de aproveitá-las de forma inteligente parece diminuir, dada a dificuldade de descobrir o que é relevante, identificar o mau uso e promover e regulação. O que deve ser feito continuamente é um esforço de buscar base tecnológica para garantir autonomia e soberania em relação a grandes fornecedores, evitar formatos proprietários, além de definir e usar formatos abertos sempre que possível nas soluções adotadas ou construídas.

A resposta para o desafio é partir decisiva e objetivamente para a construção de um ecossistema digital governamental, que faça frente aos demais sistemas em nome da sociedade, capacite a administração e promova os incentivos à produção, bem como a regulação necessária. Como esse sistema não está definido sob um modelo normativo, este precisa ser descoberto ao mesmo tempo em que é construído.

O projeto epistemológico da Ciência da Computação, que define os elementos técnicos da construção dos sistemas de computador, está radicado na Cibernética. Nesse caso, a Ciência da Computação pode ser vista como uma teoria matemática dos processos de decisão baseados em informação. Isso implica em transformação de informações de maneira física (no *hardware*), e fisiológicas (nos usuários, em razão da mudança do estado de consciência), mesmo sendo em um sistema erigido sobre conceitos abstratos, lógico-matemáticos.

As teorias da computação para realizarem-se como uma forma de matemática aplicada necessitam do suporte dos elementos empíricos da região de conhecimento da aplicação. Se o modelo normativo não existir na região de conhecimento da aplicação, é necessária uma abordagem experimental, que implica a descoberta de conhecimento em relação a todas as disciplinas que concorrem no processo de definição das especificações do sistema baseado em computadores.

A abordagem experimental em Ciência da Computação, não como enfoque subordinado, mas principal, impõe-se como sendo o modo epistemologicamente mais consistente e, no caso em questão, o único viável, para a construção do Governo Eletrônico. Por isso, discutiremos na próxima seção como esta noção de Ciência da Computação Experimental pode contribuir para a construção de Ecosistemas Digitais Governamentais.

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO EXPERIMENTAL E E-GOV

A Ciência da Computação Experimental é uma disciplina que trata da criação e da análise de artefatos computacionais por meio da experimentação. Proporciona uma visão abrangente da Ciência da Computação, incluindo várias disciplinas relacionadas a sistemas computadorizados de *hardware* e *software*, tais como redes, aplicações, engenharia de *software* e até teoria (FEITELSON, 2005). Essa visão experimental encoraja avançar os aspectos metodológicos da Ciência da Computação, representando os dados e observações do mundo real sobre sistemas computadorizados e seu uso. Permite, assim, adensar cada uma das disciplinas básicas acima mencionadas, no sentido de reduzir a dimensão de arte, ensejada na abordagem que advém das engenharias e da administração, e que podem levar a abstrações potencialmente indesejáveis sobre as propriedades dos objetos projetados.

A aplicação da computação na ação governamental, a partir de uma perspectiva experimental além da Ciência da Computação, deve considerar, em convergência, áreas do conhecimento da Engenharia, Economia, Ciência Política, Direito, Administração, Ciência da Informação, Medicina e Educação, dentre outras, quando o interesse destas estiver relacionado aos sistemas de e-gov como um ecossistema sociotécnico, e às consequências do emprego desses sistemas na capacitação da Administração Pública.

O ecossistema deve ser iniciado com a construção colaborativa e baseada em *software* aberto de um arcabouço de computação experimental para e-gov, que doravante será denominado “plataforma de e-gov”. A plataforma deve contar com tecnologias habilitadoras de aplicações e serviços avançados, distribuídos e escaláveis, além de mecanismos de controle e monitoração de experimentos. Os serviços incluiriam meios de acesso a dados de governo, repositórios, comunicação, identidade digital, localização e hospedagem de aplicações. As facilidades a serem oferecidas devem incluir recursos da chamada “Internet do Futuro”, de “rede definida por *software*” (*software defined network* – SDN) e “*cloud networking*”. Tecnologias de *middleware*, para *cloud*, computação em *grid* e redes sociais devem ser avaliadas para o gerenciamento avançado de informações e dados, proveniência e preservação digital, *Big Data*, privacidade, autenticação e segurança.

A plataforma de e-gov deve constituir-se como espaço de interação entre os pesquisadores, técnicos de diferentes áreas, administradores e comunidade em geral, com o propósito específico de desenvolver, aplicar e avaliar (o uso de) tecnologias. Os temas transversais aos estudos, pesquisas e aplicações de computação dizem respeito à integração de sistemas, computação autônoma, sistemas multiagentes, otimização, descoberta de conhecimento e tomada de decisão. Tais temas podem ser agrupados em linhas tais como “computação social”, “inteligên-

cia computacional”, “sistemas multiagentes”, “sistemas colaborativos” “sistemas distribuídos”, “sistemas pervasivos”, “redes dinâmicas”, “computação de alto desempenho” e “computação verde”.

As funcionalidades a serem desenvolvidas com o amparo da plataforma devem considerar sistemas de impacto social e uso compartilhado de aplicações. Uma lista não exaustiva de sistemas é relativa a *e-society* e inclusão digital, *e-education*, *e-government* propriamente dito, *e-health*, interações com *e-business*, controle do espaço aéreo, segurança cibernética e meteorologia, assim como os *Smart-Systems* (*Grid, Home, Building, Cities, Road, Health, Factory, Airport*, para citar alguns usos que compartilham soluções de rede e sensoreamento).

Em termos de meios para gerenciamento, a plataforma deve visar à construção de infraestrutura de comunicação unificada, bem como serviços de infraestrutura em nuvem, plataforma como serviço com hospedagem de aplicações e servidores de *cloudlet* distribuídos para o processamento assíncrono de aplicações de *mobile* que requeiram banda sob infraestrutura de rede precária e processamento analítico, além de compartilhamento de serviços. Padrões de interoperação, integração de sistemas e *software* livre são condições necessárias de governança da plataforma.

PRÓXIMA GERAÇÃO DE E-GOV: ARQUITETURA E DISCUSSÃO

A próxima geração de sistemas de governo eletrônico, portanto, relaciona-se tanto com os objetos tecnológicos intensivos na produção de *software*, quanto com o suporte mais amplo das interações Estado-sociedade, o que faz delas, em conjunto, um sistema de sistemas. Com isso, a próxima geração de sistemas de informação em e-gov potencializará as formas de interação do governo com a sociedade, e internamente às suas estruturas, na monitoração de eventos e indicadores de toda ordem, na “ubiquidade” do comparecimento dos atores aos diferentes meios de atuação, na difusão instantânea de informações, na formação de redes e na facilitação do acesso ao conhecimento, dentre outros aspectos, demandando novos desenhos para os sistemas de informação.

Do ponto de vista tecnológico, as questões a serem enfrentadas pelos profissionais envolvidos na engenharia, no desenvolvimento e na operação desses sistemas envolvem problemas de computação distribuída em larga escala que vão desde a representação, preservação e análise de informações para decisão, até a identidade, localização, integração, interoperação, coordenação, flexibilidade, e segurança. Isso decorre da necessidade de acessar o grande acervo de dados e superar a incompatibilidade semântica das informações neles inscritas, de modo a proporcionar a descoberta de conhecimento, a construção de modelos de decisão, a publicação, e o

compartilhamento em processos. Do ponto de vista político-institucional, além disso, a definição de um mecanismo de inovação permanente, tanto no sentido de modernizar os sistemas, de realizar escolhas tecnológicas, de modo a torná-los adequados às necessidades contemporâneas, quanto no sentido de promover a preservação digital da memória operacional da grande máquina burocrática do Estado. Isso envolve constrangimentos legais, disputas políticas, dinâmicas organizacionais, entre outras, que devem ser estudadas e conhecidas e incorporadas aos processos de tomada de decisão nos planos estratégico, tático e operacional do governo eletrônico.

O “desenho” de um sistema, no caso, um sistema intensivo em *software*, pressupõe a referência a uma “arquitetura”. Em uma definição clássica, Arquitetura de Software é a estrutura que compreende os elementos de *software*, as propriedades visíveis externamente desses elementos e os relacionamentos entre eles (BASS; CLEMENTS; KAZMAN, 2003). Na prática, arquitetura de *software* define o que precisa ser mantido consistente no desenvolvimento de *software*, compreensível pela equipe de desenvolvimento e seguindo o princípio aberto-fechado conforme definido no texto clássico de Meyer (1997): mesmo estando pronta para ser usada (fechada), a arquitetura deve ser extensível e evolutível (aberta).

A Arquitetura de *Software* é uma disciplina da Engenharia de *Software*. Como sabemos, o propósito da Engenharia de *Software*, a exemplo de outras engenharias, é utilizar princípios, conceitos e técnicas científicas para endereçar atributos de qualidade para objetos complexos (no caso, *software*), a partir da composição de partes simples (no caso, módulos de *software*). É intuitiva a noção de que realização de uma tarefa por partes é uma abordagem mais racional para vencer as restrições que há em relação à tarefa.

As restrições são, tipicamente, o tempo, a disponibilidade de recursos, renováveis ou não, e o dinheiro disponível para o provimento dos recursos. As tarefas devem ser sequenciadas e escalonadas em razão dos objetivos e das restrições.

O desenvolvimento arquitetural apoia a definição dos objetivos e identifica os aspectos estruturais que condicionam o atingimento destes. Por exemplo, um *software* não pode realizar uma operação sobre um dado se o conteúdo da informação não estiver visível para o programa antes da operação. Essa visibilidade pode exigir outras operações muito mais complexas, tais como buscas distribuídas e desambiguação semântica, dentre outras. Fazendo um paralelo, com um exemplo mais intuitivo, um “arquiteto civil” somente programa a atividade da pintura das paredes de um ambiente, depois das atividades de assentamento das alvenarias e reboco.

Os limites cognitivos para a realização de uma estruturação são conhecidos e tratados em métodos e técnicas, cujas bases radicam na abordagem de desenvolvimento de *software* dirigido por arquitetura (*Architecture Driven Development*). Os limites devem estar identificados previamente, de modo a que, no curso da tarefa,

não haja retrabalho, motivado por uma decisão baseada em algum critério não reconhecido na técnica, ou, até mesmo, a própria inviabilização da aplicação da estrutura prevista. O retrabalho enseja a violação das restrições. A inviabilização é o fantasma que assombra a maioria dos grupos de *software*, nos quais a definição dos aspectos estruturais relevantes é abstraída até que apareçam em etapas tardias do processo, na forma de um problema incontornável. Essa é a razão pela qual se dá cada vez mais importância ao desenvolvimento de *software* dirigido por arquitetura.

Os atributos de qualidade são classificados em duas grandes categorias: funcionais e não funcionais. A qualidade em *software* é definida como sendo um atendimento às especificações, cuja verificação muitas vezes exige análises que levem em consideração vários atributos tomados em conjunto, e a existência de *trade-offs* entre eles. Por exemplo, uma exigência severa em relação ao desempenho, a qual é verificável somente em tempo de processamento, pode implicar estruturas de código de programação difíceis de manter e melhorar, necessárias em aplicações cujos requisitos mudam frequentemente.

Embora a especificação arquitetural vise fundamentalmente ao controle da complexidade no desenvolvimento de um *software*, é uma tarefa crítica, de deliberação em torno de riscos, às vezes com desafios de magnitude inversamente proporcional aos que se pretende instituir como objetivo na instalação de um projeto. O modo de lidar com esse tipo de problema é por meio da reiteração da aplicação de soluções conhecidas relativas a problemas comuns a diferentes projetos. Um “arquiteto” bem capacitado precisa conhecer, ampla e profundamente, os fundamentos da Engenharia de *Software* e de Sistemas, o que inclui os padrões de solução.

Há modelos de estrutura de solução em diferentes aproximações em relação ao código: (a) padrões de implementação; (b) padrões de projeto; (c) modelos de microarquiteturas para resolver problemas de coordenação entre tarefas; (d) estruturas de *middleware* para resolver problemas de interfaces tecnológicas, comunicação e distribuição de processos entre sistemas, e a distribuição de repositórios de dados; (e) padrões de arquitetura para organizar a distribuição de funções em módulos e subsistemas; (f) adoção de *frameworks*; e assim por diante. Há um padrão geral para a organização da arquitetura de sistemas que conjugam muitos sistemas, tais como um ecossistema digital. Há muitas lacunas em relação às melhores maneiras de se organizar a estrutura da solução da organização de um ecossistema digital. Principalmente em relação ao requisito de que atores externos à organização têm papel ativo no desenvolvimento e evolução do sistema.

Este texto não pretende apresentar uma proposta de uma arquitetura concreta, porquanto mereceria um estudo muito mais profundo. Contudo, traz diretrizes para a definição de uma plataforma de e-gov. As diretrizes estão organizadas segundo três problematizações: (a) a estrutura básica da plataforma; (b) elementos da infraestrutura técnica; e (c) elementos da governança do SoS, mormente

o desafio de gerenciar o desenvolvimento e a evolução da plataforma, na qual há muitos componentes com ciclos de vida diferentes. Como são aspectos integrados de um processo, serão apresentados a seguir, de forma não esquemática.

E-GOV COMO ECOSISTEMA DIGITAL, SISTEMA SÓCIOTÉCNICO E SISTEMA DE SISTEMAS: CONVERGINDO CONCEITOS

A Engenharia de *Software* é uma atividade social por excelência: (a) conduzida por times; (b) os times incluem especialistas de domínios específicos da computação e de fora da computação; (c) uma grande parte do tempo de trabalho é gasto na definição da distribuição das tarefas (sobre como fazer), e na unificação das visões sobre os requisitos (sobre o que fazer); (d) as atividades envolvem uma interação forte e a colaboração entre os participantes.

O “arquiteto de *software*” é um agente de coordenação de esforços (MEYER, 1997), papel que se mantém em relação aos ecossistemas digitais, mas que ganha um novo significado. Os sistemas extravasaram para a *web*, quer pelo fato de as ferramentas sociais para o desenvolvimento de *software* estarem baseadas na *web*, mas sobretudo porque os sistemas habilitados para a *web* serem, tipicamente, ferramentas sociais em si mesmas. O desenvolvimento de um *software*, na escala de um ecossistema digital é uma construção institucional na forma de uma engenharia de *software* social, que somente pode ser viabilizada em colaboração, com intenso compartilhamento de conhecimento.

Há um tipo de sistema que é sustentado pela contribuição dos seus usuários, e não a partir de uma organização que os centralize. Chen (2012) emprega a denominação de *edge-dominant systems* (traduzido, neste, como sistemas de borda dominante) para designá-los. Google³, Wikipedia⁴, Facebook⁵, Youtube⁶ e Twitter⁷ são exemplos de sistemas cujo valor advém quase que inteiramente se seus usuários.

A participação é um aspecto central. A participação na criação de conteúdo é conhecida como *crowdsourcing*. Trata-se da prática de obter os serviços, ideias ou conteúdo solicitando contribuições de pessoas das comunidades *on-line*, ao invés

(3) Disponível em: <www.google.com>. Acesso em: 10 set. 2014.

(4) Disponível em: <www.wikipedia.org>. Acesso em: 10 set. 2014.

(5) Disponível em: <www.facebook.com>. Acesso em: 10 set. 2014.

(6) Disponível em: <www.youtube.com>. Acesso em: 10 set. 2014.

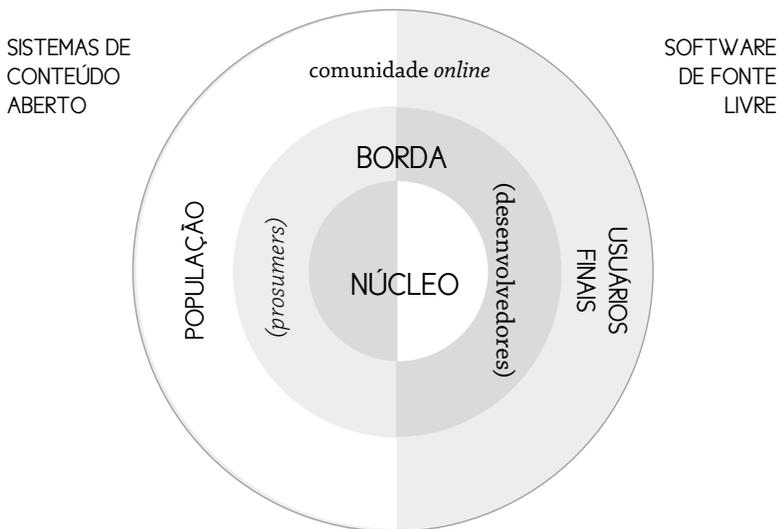
(7) Disponível em: <www.twitter.com>. Acesso em: 10 set. 2014.

de empregados ou fornecedores tradicionais. Trata-se também de uma forma diferente de participação na organização. Por exemplo, *folksonomy* é um método colaborativo de classificação de conteúdo. *Commons-based peer production* é um termo que foi cunhado para descrever o modelo de produção socioeconômico no qual a ação criativa de várias pessoas é coordenada pela *web* para a realização de projetos grandes, tais como os projetos de *software* livre. Todas estas são práticas de interatividade da *web* de segunda geração, com forte impacto nos modelos de produção e consumo, e que inspiram novos rumos no desenvolvimento de e-gov.

Os ecossistemas digitais têm uma estrutura comum denominada “Metrópole” em analogia às cidades (Figura 1). O modelo da “cidade” como espaço democrático, sem território, radica nas proposições da cibercultura (LÉVY, 2007). O ecossistema é uma composição da organização que o desenvolve e o sistema voltado para a borda.

O esquema da Figura 1 mostra um modelo de Metrópole de um ecossistema de um sistema de borda dominante. Foi adaptado de um modelo de *business ecosystem*, para representar, em analogia, um possível ecossistema de e-gov (CHEN, 2012). Na estrutura do ecossistema ilustrado, foi destacada a posição das comunidades, segundo a forma de participação de cada uma. Há contribuições da comunidade na forma de conteúdo (representadas no lado esquerdo da Figura 1), e contribuição *software* livre, nas suas diversas formas (representada no lado direito da Figura 1).

Figura 1 – Ecossistema de um sistema de borda dominante



Fonte: Adaptado de Bass, Clements e Kazman (2012).

O sistema possui um núcleo que é o *software* da plataforma. Este deve prover *softwares* publicados em uma *App Government* e APIs para que a comunidade em geral acesse os serviços da plataforma, produza suas próprias soluções e, sob critérios da política de uso da plataforma, publique na *App Government*.

A comunidade em torno do núcleo, no anel mais próximo, é formada por dois tipos de ator: (a) os desenvolvedores de *software* e conteúdo chave; e (b) *prosumers* (*producers + consumers*), que consomem e fornecem conteúdo ao sistema. São os atores da borda, cuja atividade de criação de valor para a organização deve ser estimulada. Em um sistema de e-gov, este estímulo deve ser traduzido como políticas de empoderamento dos atores institucionais dos processos de um governo democrático. Vale dizer, funcionários públicos melhor capacitados para atuação nas pontas, próximos às populações, assim como as comunidades, com participação dos processos decisórios, interagindo na plataforma de modo a estendê-la com conteúdo e aplicações.

A população da comunidade *on-line* produz e consome conteúdo. Os usuários finais de *software* livre usam as *Apps* que o sistema eventualmente ofereça em uma *App Government*. A população e os usuários finais de *software* livre compõem o anel externo da massa de pessoas conectadas ao ecossistema.

No modelo da Figura 1, as esferas têm diferentes permeabilidades representadas pelas linhas pontilhadas, onde haveria maior fluidez de papéis, e as linhas sólidas, com limites definidos. A tecnologia é o meio de viabilizar a participação comunitária em assuntos de governo. Há maneiras bem definidas, tais como: *download* de *softwares* e conteúdos, acesso a *apps* publicadas, submissão de *apps* para publicação, acesso a APIs com serviços diversos, inclusive de exploração dos recursos de dispositivos móveis, visualização de dados, processos de unificação de visões em consultas públicas, conferências, enquetes, concursos, meios de *e-procurement*, dentre os mais conhecidos. Há também tecnologias de rede social construídas com base em métodos de desenho centrado no usuário, sistemas de recomendação e gestão de identidade, dentre outras.

A arquitetura do núcleo do sistema de borda dominante é o mecanismo que confere coesão à plataforma. Deve ser projetada para acomodar as características relativas à disponibilização de conteúdo aberto e *software* livre originários de *crowdsourcing*. O projeto deve ser encabeçado por uma frente de trabalho, constituída por uma equipe experimentada, focalizada na inclusão da população, de maneira ampla, com reconhecimento das assimetrias entre os seguimentos, de modo a explorar potencialidades e respeitar limites das capacidades.

O processo de elicitação de requisitos é primariamente apoiado na borda do sistema, onde emerge como participação, a partir das experiências coletivas das comunidades, que são encorajadas a interferir nas discussões sobre a definição das especificações. A plataforma não pode ser definida sob um modelo de ciclo de

vida tradicional, ou mesmo ágil, os quais estão focalizados na identificação e estabilização prévia dos requisitos. O controle na borda é pequeno, mas não significa que não exista. Deve haver uma política de governança que permita equilibrar o estímulo à participação na perspectiva de instrumentalizar as políticas públicas e de empoderamento com base em contribuição.

O desenvolvimento da plataforma de e-gov remete ao problema da construção de um sistema sociotécnico de larga escala (TOLK; JAIN, 2009). A expressão “sistema sociotécnico” apareceu inicialmente nos estudos sobre o trabalho no ambiente industrial. Atualmente, seu significado foi estendido para o estudo das interações dos humanos com as tecnologias, inclusive em relação às consequências psicológicas e culturais (SOMMERVILLE, 2011).

Três características da infraestrutura de um sistema sociotécnico se destacam em relação um sistema *stand-alone* baseados em computação: (a) são sistemas complexos, no sentido de que possuem propriedades emergentes; (b) em razão da natureza complexa, são não determinísticos, o que resulta em comportamentos que se modificam com o uso; e (c) embora, como qualquer sistema social, sejam apoiados em objetivos relacionados a fatores orgânicos dessa sociedade, estes são fonte de instabilidade, mas cujos efeitos devem ser tratados dentro do próprio sistema, de modo a ensinar autoajustamento (CHEN, 2012).

Os sistemas compostos de subsistemas relacionados, aos quais já se fez a referência da designação de sistemas de sistemas (SoS), têm a seguinte estrutura: (a) os sistemas que compõem o SoS devem ter independência operacional, de modo que sejam capazes de operar sem os demais; (b) os componentes têm gestão independente, ou seja, são adicionados separadamente e integrados, mas mantêm uma existência continuada, independente do SoS; (c) o desenvolvimento é evolutivo, de modo que o SoS não aparece completamente formado, sendo suas funções e finalidades adicionadas, removidas e modificadas com a experiência do funcionamento; (d) os SoS têm comportamento emergente, de modo que o sistema desempenha funções e apresenta propriedades que não residem em um componente, mas como resultados das interações entre os componentes, sendo os objetivos principais do SoS relativos a esses comportamentos; e (e) os SoS são largamente distribuídos, trocando intensamente informação entre seus componentes (MAIER, 1998).

Para alguns dos sistemas da plataforma de e-gov, admite-se que uma unidade de sistema incorpore funções de sensor, atuador e controlador ao mesmo tempo. São denominados *Smart System*. A independência operacional do sistema *Smart* está relacionada à capacidade de identificar, analisar situações, e tomar decisões de maneira adaptativa, com as informações disponíveis. O sistema é direcionado a metas que geralmente envolvem aspectos sociais, ambientais, econômicos. Usos típicos incluem aplicações em transporte, logística, saúde, energia, meio am-

biente, segurança, comunicação, manufatura e entretenimento.

A equipe responsável pelo núcleo deve se concentrar na modularidade da plataforma, como um SoS. De um lado, deve permitir o desenvolvimento de atividades paralelas na borda. De outro, perseguir a obtenção de atributos de qualidade no núcleo, tais como segurança, desempenho, disponibilidade, extensibilidade, e assim por diante, de modo que as propriedades emergentes sejam tratadas pelos recursos adaptativos.

O núcleo deve ser implementado como um conjunto de serviços oferecidos via APIs, que devem ser bem documentadas. A plataforma deve dispor de um meio de descoberta dos serviços, o que implica a necessidade de um serviço de registro e de uma forma de divulgação de sua existência para a comunidade de usuários.

Além dessas questões relativas ao emprego das tecnologias na estruturação do sistema, há também aspectos relacionados à evolução, que estão na fronteira do conhecimento científico. Muitas situações encontradas são descritas como “problemas novos”, cuja solução, ao mesmo tempo em que estende as propriedades dos artefatos e melhora as características dos serviços, faz avançar o conhecimento científico. Os grandes ecossistemas digitais compartilham um conjunto de conhecimentos na perspectiva de aumentar a sinergia nos seus ecossistemas, ainda que mantenham uma parte sob segredo ou patente, como estratégia de competitividade. Uma grande parte da motivação da pesquisa advém da sustentação da oferta de serviços gratuitos, em troca da possibilidade de acesso a um conjunto de informações, empregadas em linhas de negócio. É comum as organizações que atuam no núcleo desses ecossistemas lançarem desafios para a comunidade acadêmica, com incentivos pecuniários para as melhores soluções, o que também é uma forma de mitigação dos riscos de uma inovação. Um ecossistema digital governamental deve considerar que sua utilidade precisa estar relacionada ao objetivo de constituir-se como parte da plataforma tecnológica do sistema nacional de inovação, devendo, por isso abraçar as questões que vão desde os incentivos, à regulação.

Em suma, a reflexão sobre Sistemas de e-gov da próxima geração leva-nos a extrapolar a esfera de Sistema de Informação como um conceito meramente técnico para abranger noções de serviços, funcionalidades, características e propriedades mais ricas, decorrentes de uma visão multidisciplinar relacionada aos conceitos de Ecossistemas Digitais, Sistemas Sócio-Técnicos e Sistema de Sistemas.

CONCLUSÕES

Discutiram-se, neste capítulo, os fundamentos para a compreensão da infraestrutura de sistema de informação de governo eletrônico (e-gov) como Ecossistemas Digitais, mas também – de forma subjacente – como Sistemas Sócio-Técnicos e Sistema de Sistemas.

Obviamente, este capítulo pretende apenas levantar ideias iniciais para fomentar a discussão sobre o tema. Os autores acreditam que o debate franco, fundamentado em conhecimentos multidisciplinares (e não só técnicos) e uma atitude aberta sobre qual e como é o tipo de e-gov que queremos, vai permitir uma melhor reflexão sobre os rumos dos sistemas de e-gov no Brasil.

É convicção dos autores de que o que se quer são sistemas de e-gov que fomentem a participação, o suporte à realização de serviços, uma maior avaliação do desempenho das políticas públicas para a tomada de decisão e transparência, e que possibilitem uma maior compreensão da natureza dos sistemas públicos de informação e, por consequência, uma maior racionalização do processo de concepção desses sistemas, visando incluir a integração de sistemas (existentes ou futuros), padrões abertos e interoperabilidade.

REFERÊNCIAS

ACM MEDES. ACM Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. **Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems**. [s.l.]: MEDES, 2009. Disponível em: <<http://sigappfr.acm.org/MEDES/09/>>. Acesso em: 07 set. 2014.

AHMADI, N.; JAZAYERI, M.; LELLI, F.; NESIC, S. A survey of social software engineering. In: IEEE/ACM INTERNATIONAL CONFERENCE, 23, 2008. Automated Software Engineering – Workshops, 2008. **ASE Workshops 2008**, p.1-12. Disponível em: <<http://people.idsia.ch/~nesic/papers/sosea2008.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2014.

BASS L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. **Software Architecture in Practice**. 2ª ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2003.

_____. **Software Architecture in Practice**. 3 ed. Addison-Wesley, 2012.

CEPIK, M.; CANABARRO, D. R. (Orgs.). **Governança de TI**: transformando a administração pública no Brasil. Porto Alegre: WS Editor, UFRGS/CEGOV, 2010.

CHEN, H. Architectures for the Edge. In: BASS L.; CLEMENTS, P.; KAZMAN, R. **Software Architecture in Practice**. 3ª ed. Addison-Wesley, 2012.

DRIGAS, A.; KOUKIANAKIS, L. Government Online: An E-Government Platform to Improve Public Administration Operations and Services Delivery to the Citizen. In: LYTRAS, M.; PABLOS, P.O de; DAMIANI, E.; AVISON, D.; NAEVE, A.; HORNER, D.G. (Eds.) **Visioning and Engineering the Knowledge Society**: a Web Science Perspective. Lecture Notes in Computer Science, v. 5736, p. 523-532, 2009.

DUNLEAVY, P.; MARGETTS, H.; BASTOW, S.; TINKLER, J. **Digital Era Governance**: IT Corporations, the State, and e-Government. Oxford: Oxford University Press, 2006.

FEITELSON, D. G. **Experimental Computer Science**: The need for a cultural change. Jerusalem: School of Computer Science and Engineering, Hebrew University, Jerusalem, 2005. (Technical report)

JAEGER, P. T.; THOMPSON, K. M. E-government around the world: lessons, challenges, and future directions. **Government Information Quarterly**, v. 20, n. 4, p. 389-394, 2003.

JENSEN, M.; MECKLING, W. Theory of Firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. **Journal of Financial Economics**, v. 3, n.4, p.305-360, 1976.

LÉVY, P. **Inteligência coletiva**: para uma antropologia do ciberespaço. 5ª ed. São Paulo: Loyola, 2007. 212 p.

_____. **Tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 208 p.

MAIER, M. W. Architecting Principles for System of Systems. **Systems Engineering Journal**, Wiley, v.1, n. 4, p. 267-284, 1998.

MEYER, B. **Object-Oriented Software Construction**. 3ª ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. 9ª. ed. New Jersey: Pearson, 2011.

TOLK, A.; JAIN, L. C. (Orgs.). **Complex Systems in Knowledge-based Environments**: Theory, Models and Applications. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2009.

UN. United Nations. **United Nations E-Government Survey 2012**. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2012. Disponível em <<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/un/unpan048065.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2014.

VITALI, S.; GLATTFELDER J. B.; BATTISTON, S. The Network of Global Corporate Control. **PLOS ONE**, v. 6, n. 10, 2011. Disponível em: <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0025995>>. Acesso em: 02 nov. 2014.