

Realização:



Sociedade Brasileira
de Computação



XIII Simpósio Brasileiro de Sistema de Informação - Lavras/MG

**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO PARA GOVERNANÇA COM ENVOLVIMENTO
E PROTAGONISMO DO CIDADÃO**

MINICURSOS

UFLA - Lavras, MG - 5 a 8 de Junho de 2017

Organização:



Afiliação:



Cooperação:



Fomento:



Patrocínio Prata:



Apoio:





**XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de
Informação**

De 5 a 8 de junho de 2017
Lavras – MG

**Tópicos em Sistemas de
Informação:
Minicursos SBSI 2017**

Sociedade Brasileira de Computação – SBC

Organizadores

Bruno Bogaz Zarpelão
Joaquim Quinteiro Uchôa
Heitor Augustus Xavier Costa
Juliana Galvani Gregghi

Realização

Universidade Federal de Lavras - UFLA
Sociedade Brasileira de Computação – SBC

Patrocínio Institucional

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**Ficha Catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da UFLA**

Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (13. : 2017 :
Lavras, MG)

Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de In-
formação: Tópicos em Sistemas de Informação: Minicursos
SBSI 2017; organizadores: Bruno Bogaz Zarpelão, Joaquim
Quinteiro Uchôa, Heitor Augustus Xavier Costa, Juliana
Galvani Greggi; realização: Universidade Federal de Lavras -
UFLA, Sociedade Brasileira de Computação – SBC. – Lavras
: UFLA, 2017.

XXXXXX p. : il.

Bibliografias.

Disponível em: <http://sbsi2017.dcc.ufla.br/anais.html>.

ISBN: 978-85-7669-379-6

1. Sistemas de recuperação da informação Congressos. 2.
Tecnologia Serviços de informação Congressos. 3. Internet na
administração pública Congressos. I. Zarpelão, B. B. II. Uchôa,
J. Q. III. Costa, H. A. X. IV. Greggi, J. G. V. Universidade
Federal de Lavras. VI. Sociedade Brasileira de Computação.
VII. Título.

CDD-658.4038

-658.4038011

Prefácio

O Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) tem como objetivo fomentar o encontro e a troca de experiências entre pesquisadores, docentes, estudantes e profissionais do mercado e da indústria da área de Sistemas de Informação (SI). No SBSI, há diferentes perfis de participantes, desde aqueles interessados em ter um contato inicial com as discussões atuais da área de SI, até aqueles que buscam se aprofundar em tópicos específicos e avançados.

Dentro desse cenário, os minicursos são uma ótima oportunidade para que especialistas em diferentes áreas de SI possam compartilhar o seu conhecimento com participantes do evento de maneira acessível. Nos minicursos, os ouvintes têm a oportunidade de aprender sobre um novo assunto vinculado à sua área de atuação e também de extrair elementos para serem aplicados em sua pesquisa e/ou prática.

Na edição de 2017, a coordenação do comitê de programa, por meio de chamada pública, buscou minicursos que tinham estudantes de graduação e de pós-graduação, além de profissionais da indústria, como público-alvo. Os minicursos poderiam cobrir tanto conceitos e aspectos fundamentais (minicursos introdutórios) como tecnologias emergentes (minicursos avançados) em SI. Foram recebidas 14 propostas, e cada uma foi avaliada por três membros do comitê de programa, composto por 25 professores doutores. Os critérios de avaliação incluíram relevância para a área de SI, relevância para o evento, embasamento técnico, estrutura do curso e experiência dos autores. Foram selecionadas 3 propostas, cujos textos compõem os capítulos deste livro.

O Capítulo 1 apresenta o texto do minicurso intitulado “**Acessibilidade Digital na Prática: Conhecendo o Modelo e-MAG e Ferramentas de Avaliação de Interfaces Web**”, de autoria de Alberto Dumont Alves Oliveira e Marcelo Medeiros Eler. O minicurso, em alinhamento com o tema do SBSI 2017 “*Sistemas de Informação para Governança Digital Participativa*”, aborda a acessibilidade em sistemas *Web*, com foco no e-MAG (Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico). O objetivo do texto é apresentar uma visão geral sobre acessibilidade, detalhes sobre o e-MAG e aplicativos avaliadores de acessibilidade em sistemas *Web*.

O Capítulo 2 apresenta o texto do minicurso intitulado “**Sistemas de Informação e Ecossistemas de Software: Conceitos e Aplicações**”, de autoria de Valdemar Vicente Graciano Neto, Rodrigo Santos e Renata Araujo. Os Sistemas de Informação são sistemas de larga escala, compostos por sistemas de informação pré-existentes, enquanto os Ecossistemas de *Software* compreendem as relações técnicas, de negócio e sociais que afetam o escopo de influência desses sistemas de informação. Neste minicurso, conceitos de Sistemas de Informação, Ecossistemas Digitais, Ecossistemas de *Software*, e Sistemas de Sistemas de Informação são discutidos, destacando, ao final, os aspectos da relação entre Ecossistemas de *Software* e Sistemas de Sistemas de Informação.

O capítulo 3 apresenta o texto do minicurso intitulado “**Gestão de Projetos de SI com Project Model Canvas**”, de autoria de Mônica Mancini e Edmir P. V. Prado. O objetivo do minicurso é abordar a aplicação da metodologia *Project*

Model Canvas para gerenciar projetos de sistemas de informação, que frequentemente apresentam problemas relacionados a orçamento e prazos de entrega. No texto, os autores apresentam conceitos de gerenciamento de projetos tradicional e ágil, de *design thinking* e da própria metodologia *Project Model Canvas*, além de um exemplo de aplicação dessa metodologia. Ao final, vantagens e desvantagens da metodologia são discutidas.

O nosso intuito é que esse livro possa apoiar professores, estudantes, pesquisadores e profissionais de SI em diversas atividades como preparação de aulas, estudos introdutórios sobre esses temas, elaboração de projetos de pesquisa e artigos científicos, e práticas em empresas e indústrias. Que todos possam, de acordo com suas demandas, fazer um ótimo proveito desse material.

Bruno Bogaz Zarpelão (UEL) e Joaquim Quinteiro Uchôa (UFLA)
Organizadores da Trilha de Minicursos do SBSI 2017

Comitê de Programa

Carla Merkle Westphall (UFSC)
Carlos Alberto Vieira Campos (UNIRIO)
Carlos Eduardo Santos Pires (UFPB)
Claudia Cappelli (UNIRIO)
Debora Paiva (UFMT)
Edmundo Spoto (UFG)
Elvis Fusco (UNIVEM)
Flavia Santoro (UNIRIO)
Flávio Soares Corrêa da Silva (USP)
Geiza M. Hamazaki da Silva (UNIRIO)
João Porto de Albuquerque (USP)
Jorge Barbosa (UNISINOS)
José Maria David (UFJF)
Juliano Lopes de Oliveira (UFG)
Lais Salvador (UFBA)
Leonardo Azevedo (UNIRIO)
Leticia Mara Peres (UFPR)
Luciano Digiampietri (USP)
Lucineia Heloisa (UFRGS)
Márcio Barros (UNIRIO)
Maria Istela Cagnin (UFMS)
Morganna Carmem Diniz (UNIRIO)
Patricia Vilain (UFSC)
Ricardo Choren (IME/RJ)
Rodolfo Ferreira Resende (UFMG)

Sumário

Acessibilidade Digital na Prática: Conhecendo o Modelo e-MAG e Ferramentas de Avaliação de Interfaces Web	1
Alberto Dumont Alves Oliveira (USP), Marcelo Medeiros Eler (USP)	
Sistemas de Sistemas de Informação e Ecossistemas de Software: Conceitos e Aplicações	22
Valdemar Vicente Graciano Neto (UFG, ICMC/USP, Université de Bretagne-Sud), Rodrigo Santos (UNIRIO), Renata Araujo (UNIRIO)	
Gestão de Projetos de SI com <i>Project Model Canvas</i>	42
Mônica Mancini (USP), Edmir P. V. Prado (USP)	

Capítulo

1

Acessibilidade Digital na Prática: Conhecendo o Modelo e-MAG e Ferramentas de Avaliação de Interfaces Web

Alberto Dumont Alves Oliveira, Marcelo Medeiros Eler

Abstract

When Tim Berners-Lee created the World Wide Web in 1989, he stated that the Web is for everyone, regardless of hardware, software or physical and mental capacity. This sentence characterizes the concept of digital accessibility, which although related to people with disabilities, affects anyone. In 2004, the Brazilian government instituted the Accessibility Model in Electronic Government (e-MAG), which can be used by any organization, but is mandatory in governmental environments. This chapter aims to present an overview of accessibility, describe the e-MAG standard and show the use of accessibility evaluators to support the development of accessible web interfaces. In the era of citizen empowerment as a key component to Participatory Digital Governance, digital accessibility is a key element to provide access to information and general participation.

Resumo

Quando Tim Berners-Lee criou a World Wide Web, em 1989, ele afirmou que a Web é para todos, independente de hardware, software ou capacidade física e mental. Essa sentença caracteriza o conceito de acessibilidade digital, que embora esteja relacionado às pessoas com deficiência, a sua aplicação se estende a qualquer pessoa. Em 2004, o governo brasileiro instituiu o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG), que pode ser utilizado por qualquer organização, porém com observância obrigatória em ambientes governamentais. Assim, este capítulo tem por objetivo apresentar uma visão geral sobre a acessibilidade, abordar o e-MAG e mostrar o uso de avaliadores de acessibilidade no apoio do desenvolvimento de interfaces web acessíveis. Em tempos de empoderamento do cidadão como peça chave na Governança Digital Participativa, a acessibilidade digital torna-se um elemento fundamental para propiciar o acesso à informação e a participação de todos.

1.1. Introdução

A acessibilidade representa, para o usuário digital, não apenas o direito em acessar dados e informações da Internet, mas também o direito de não ter barreiras que podem comprometer sua leitura, navegação e utilização de serviços digitais independente do formato disponível [DaSilva 2017]. A acessibilidade digital é uma condição que melhora a qualidade de vida das pessoas, e que deve estar presente, independente das condições físicas, técnicas ou dispositivos utilizados. O conceito pressupõe que os portais web sejam projetados de modo que todas as pessoas possam perceber, entender, navegar e interagir de maneira efetiva com as páginas [W3C 2017a].

A acessibilidade digital apresenta vantagens, tais como, viabilização do acesso a todos, promoção da inclusão digital e social, aumento do número de acessos em um portal e atendimento ao cumprimento da legislação [GovBR 2017a]. Embora a acessibilidade digital seja para todos, ela é um requisito fundamental para um grupo específico de usuários: as pessoas com deficiência. Ao utilizar a web e seus recursos, uma pessoa com deficiência pode se deparar com obstáculos que dificultam e, muitas vezes, impossibilitam o acesso aos conteúdos e páginas. No Brasil, há aproximadamente 45 milhões de pessoas que apresentam alguma deficiência. Esse número representa 23.9% da população brasileira [IBGE 2016][SDH 2012].

Apesar dos investimentos do governo brasileiro, países em desenvolvimento como o Brasil, no entanto, recebem pouca atenção na área de acessibilidade, o que exige maior preocupação, uma vez que 80% da população mundial com deficiência reside nesses países [Agangiba et al. 2015]. Este percentual elevado de pessoas com deficiência deve ser considerado quando discutimos a importância de implementar a acessibilidade em portais e sistemas web governamentais, pois estes ambientes são fundamentais para sistemas de governo eletrônico e o engajamento do cidadão por meio da governança participativa [Oliveira, Souza e Eler 2017].

O *World Wide Web Consortium* (W3C), juntamente com outros grupos e organismos reguladores, é o órgão responsável por definir e acompanhar os padrões e o crescimento ordenado da web [Takahashi 2000]. Dentre os principais padrões destacam-se: o *Hypertext Markup Language* (HTML), o *Extensible Hypertext Markup Language* (XHTML), o *Extensible Markup Language* (XML), o *Cascading Style Sheets* (CSS) e o *ECMAScript* (*JavaScript*) [W3C 2017a]. Alguns destes padrões constituem a base para o desenvolvimento das interfaces web, contudo, a sua simples utilização não garante que um portal estará em total conformidade com as diretrizes de acessibilidade digital. Para alcançar a acessibilidade, além de fazer o uso correto e semântico dos padrões do W3C, se faz necessário seguir os critérios de sucesso e recomendações dos padrões e modelos de acessibilidade [Oliveira e Eler 2015].

Desta forma, este capítulo tem como objetivos principais apresentar o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG) e mostrar como utilizar avaliadores de acessibilidade digital no apoio do desenvolvimento de interfaces web acessíveis. Abordamos ainda os conceitos, padrões, legislações e outras ferramentas que envolvem a implementação da acessibilidade em interfaces web. Ainda que alguns dos artefatos deste capítulo sejam direcionados para a área governamental, o seu uso e aplicação pode ser estendido para a iniciativa privada, afinal, a acessibilidade digital é para todos e tem se mostrado parte fundamental em qualquer ambiente virtual.

O restante deste capítulo está organizado da seguinte maneira. Primeiramente apresentamos o padrão de acessibilidade WCAG, o modelo brasileiro e-MAG, a identidade digital de governo, as legislações que envolvem a acessibilidade no Brasil e como é tratada a acessibilidade em dispositivos mobile. Em seguida, detalhamos como o e-MAG está organizado, qual a sua relação como o WCAG e quais os problemas mais comuns que interferem na acessibilidade digital das interfaces web. Posteriormente, apresentamos os principais avaliadores de acessibilidade digital que podem ser utilizados para testar ou mesmo aprimorar as interfaces digitais. Logo após, mostramos algumas ferramentas utilizadas por pessoas com deficiência para a navegação em portais web. Por fim, apresentamos as considerações finais sobre a acessibilidade digital no Brasil e o desenvolvimento de interfaces acessíveis.

1.1.1. Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG)

O *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) é um padrão de acessibilidade digital que abrange um conjunto de princípios, recomendações, critérios de sucesso e técnicas que tem o objetivo de tornar o conteúdo web acessível para todas as pessoas. A aplicação correta deste padrão faz com que uma interface web seja acessível de maneira satisfatória inclusive por pessoas com deficiência, o que abrange, por exemplo, a cegueira e baixa visão, surdez e baixa audição, dificuldades de aprendizagem, limitações cognitivas e fotossensibilidade [W3C 2014].

O WCAG foi concebido pelo W3C por meio da *Web Accessibility Initiative* (WAI), uma área responsável pelo estudo de estratégias, diretrizes e recursos para tornar a Web acessível para pessoas com deficiência. A primeira versão do WCAG foi lançada em 1999, já a segunda versão, atualmente em vigência, surgiu em 2008. Logo em 2012, o WCAG 2.0 foi reconhecido como o padrão internacional ISO/IEC 40500:2012 pela *International Organization for Standardization* (ISO) [W3C 2017b]. No Brasil, o WCAG 2.0 foi traduzido para o português em 2014 e é conhecido como Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web [W3C 2014].

Este padrão está organizado em quatro princípios que constituem a base da acessibilidade na web: perceptível, operável, compreensível e robusto. Abaixo de cada princípio está um total de doze diretrizes que fornecem os objetivos básicos que os desenvolvedores e autores devem atingir para tornar o conteúdo mais acessível para as pessoas com deficiência. Para cada diretriz são fornecidos critérios de sucesso, sendo sessenta e dois no total, distribuídos em três níveis de conformidade: A, o nível mais baixo, AA e AAA, o nível mais alto. Finalmente, para cada diretriz e critério de sucesso há um conjunto de técnicas que podem ser utilizadas [W3C 2008, 2014].

A Figura 1.1 expõe, como exemplo, o critério de sucesso “3.1.1 Idioma da Página”, aplicado no nível de conformidade A e que faz parte da diretriz “3.1 Legível”, que por sua vez está incluída no princípio “3 Compreensível”. Na linguagem HTML este critério de sucesso pode ser contemplado ao utilizar o atributo *lang* da *tag html*.

Diretriz 3.1 Legível: Tornar o conteúdo do texto legível e compreensível.	Compreendendo a Diretriz 3.1 (em inglês)
3.1.1 Idioma da Página: O idioma humano pré-definido de cada página web pode ser determinado por meio de código de programação. (Nível A)	Como Cumprir o 3.1.1 Compreendendo o 3.1.1

Figura 1.1. Exemplo de diretriz e critério de sucesso do padrão WCAG.

A Tabela 1.1 apresenta um resumo de como o padrão WCAG está organizado. Na primeira coluna listamos os quatro princípios, na segunda coluna apresentamos as doze diretrizes e, por questão de espaço, nas demais colunas disponibilizamos apenas a numeração dos critérios de sucesso distribuídos nos três níveis de conformidade. Não é recomendado que a conformidade nível AAA seja requerida como política geral para portais inteiros, pois para alguns conteúdos, não é possível satisfazer todos os critérios de sucesso deste nível [W3C 2014].

Tabela 1.1. Organização do padrão WCAG.

Princípio	Diretriz	Nível A	Nível AA	Nível AAA
1. Perceptível	1.1 Alternativas em texto	1.1.1	-	-
	1.2 Mídias com base em tempo	1.2.1 - 1.2.3	1.2.4 - 1.2.5	1.2.6 - 1.2.9
	1.3 Adaptável	1.3.1 - 3.3.3	-	-
	1.4 Discernível	1.4.1 - 1.4.2	1.4.3 - 1.4.5	1.4.6 - 1.4.9
2. Operável	2.1 Acessível por teclado	2.1.1 - 2.1.2	-	2.1.3
	2.2 Tempo suficiente	2.2.1 - 2.2.2	-	2.2.3 - 2.2.5
	2.3 Convulsões	2.3.1	-	3.3.2
	2.4 Navegável	2.4.1 - 2.4.4	2.4.5 - 2.4.7	2.4.8 - 2.4.10
3. Compreensível	3.1 Legível	3.1.1	3.1.2	3.1.3 - 3.1.6
	3.2 Previsível	3.2.1 - 3.2.2	3.2.3 - 3.2.4	3.2.5
	3.3 Assistência de entrada	3.3.1 - 3.3.2	3.3.3 - 3.3.4	3.3.5 - 3.3.6
4. Robusto	4.1 Compatível	4.1.1 - 4.1.2	-	-

1.1.2. Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG)

Pode-se dizer que o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG) é uma versão brasileira e especializada do WCAG [Marzullo 2009]. O E-MAG compromete-se a ser a força orientadora no desenvolvimento e adaptação de conteúdos digitais acessíveis do governo federal, assegurando o acesso à informação para todas as partes interessadas, independentemente das suas capacidades físicas, motoras, perceptivas, culturais e sociais [E-MAG 2014].

O e-MAG foi criado pelo governo brasileiro em 2004. Já no início de 2005 foi lançada a versão 1.4 e no fim do mesmo ano foi lançada a versão 2.0. Em 2007, por meio da Portaria nº 3, o e-MAG foi institucionalizado e o seu uso passou a ser obrigatório no âmbito do Sistema de Administração dos Recursos de Tecnologia da Informática (SISP) e recomendado para governos estaduais e municipais, além de instituições privadas [GovBR 2017a]. A versão 3.0 do e-MAG foi lançada em 2011.

Atualmente, o e-MAG encontra-se na versão 3.1. Disponibilizada em 2014, a nova versão é composta de orientações diversas e quarenta e cinco recomendações de acessibilidade distribuídas em seis seções que abordam os principais componentes do desenvolvimento de interfaces web. Por exemplo, na seção “6 Formulário”, temos a recomendação “6.2 Associar etiquetas aos seus campos”, ou seja, para uma acessibilidade plena em formulários, não deve haver campos sem rótulo [E-MAG 2014]. Voltaremos a abordar e detalhar o uso deste modelo mais adiante.

Embora o e-MAG tenha mais de dez anos de criação, em 2014, uma pesquisa realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU) revelou que poucas instituições federais cumprem as normas do governo eletrônico brasileiro, como o uso do e-MAG [TCU 2014]. Além disso, outra pesquisa conduzida pelo TCU revelou que as organizações federais enfrentam problemas para contratar e manter profissionais de TI

[TCU 2015]. Estes fatores, em conjunto com a alta demanda e quantidade insuficiente de profissionais de TI nas organizações federais acabam impactando na qualidade da acessibilidade digital ou até mesmo contribuindo para a sua ausência em determinados projetos [Oliveira, Souza e Eler 2017].

1.1.3. Identidade Digital de Governo (IDG) e a acessibilidade digital

Em 2013, o governo federal do Brasil lançou a Identidade Digital de Governo (IDG), um padrão visual para portais web e sistemas governamentais. A IDG tem o objetivo de facilitar o acesso às informações e aos serviços governamentais pelos cidadãos. Desde 2014 a utilização da IDG é obrigatória para órgão e entidades da administração federal, sendo facultada a utilização às empresas públicas e sociedades de economia mista [GovBR 2017a].

Este padrão, além de ser concebido para ser acessado em qualquer dispositivo, incorpora importantes recursos de acessibilidade. A Figura 1.2 apresenta a IDG aplicada no Portal Brasil e destaca seus principais recursos de acessibilidade na área de cabeçalho: atalhos para as principais regiões da página, acesso à página explicativa sobre acessibilidade, recurso de alto contraste, acesso ao mapa do site e campo de busca em evidência.



Figura 1.2. Identidade Digital de Governo (IDG) aplicada no Portal Brasil.

O uso da IDG gera benefícios tanto para os usuários quanto para os departamentos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) da área governamental. Para usuários, o padrão garante uma experiência de navegação uniforme dentre os vários portais web de diferentes órgãos públicos federais independentemente do dispositivo a ser utilizado, o que pode melhorar o processo de aprendizagem na navegação e a localização de informação e serviços. Para os departamentos de TIC, gera benefício no tempo de desenvolvimento de projetos, que passam a ter uma redução considerável, pois não há a necessidade de criar e implementar uma interface visual diferente para cada projeto web [Portal Brasil 2013] [Oliveira, Souza e Eler 2017].

1.1.4. Legislação brasileira sobre acessibilidade digital

A preocupação em garantir a acessibilidade para as pessoas com deficiência está presente no contexto governamental. As legislações que envolvem o tema começaram a surgir no ano 2000, com a Lei nº 10.048, que aborda a prioridade de atendimento para as pessoas com deficiência e idosos, por exemplo.

No âmbito da acessibilidade digital, em 2007, foi publicada a Portaria nº 3, que estabelece o e-MAG como modelo de acessibilidade para ambientes digitais do governo. Em 2014, a Instrução Normativa nº 8 determinou a obrigatoriedade da IDG para os órgãos da administração federal. Há ainda a Lei de Acesso a Informação, relacionada à acessibilidade, pois os conteúdos tratados por ela devem ser livres de barreiras e dificuldades de acesso. A Tabela 1.2 apresenta as principais legislações envolvidas na acessibilidade digital [GovBR 2017a].

Tabela 1.2. Legislação brasileira que envolve a acessibilidade digital.

Legislação	Publicação	Resumo
Lei nº 10.048	08/11/2000	Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica
Lei nº 10.098	19/12/2000	Promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência
Decreto nº 5.296	02/12/2004	Regulamenta as leis nº 10.048 e nº 10.098
Portaria nº 3	07/05/2007	Institucionaliza o e-MAG no âmbito do governo federal
Decreto nº 6.949	25/08/2009	Direitos das pessoas com deficiência
Lei nº 12.527	18/11/2011	Lei de Acesso à Informação
Decreto nº 7.224	16/05/2012	Regulamenta a Lei nº 12.527
Instrução Normativa nº 8	19/12/2014	Estabelece a Identidade Digital de Governo
Lei nº 13.146	06/07/2015	Estatuto da Pessoa com Deficiência
Portaria Interministerial nº 1	12/01/2017	Procedimentos para a elaboração do relatório circunstanciado de acessibilidade e plano de trabalho

A ação mais recente é a Portaria nº 1, de 2017, que regula o Relatório Circunstancial de Acessibilidade, composto pelo Formulário Eletrônico de Acessibilidade Digital (FAD) e o plano de trabalho de acessibilidade para cada ambiente virtual com problemas de acessibilidade. O FAD tem por objetivo padronizar a prestação de informações para a elaboração dos relatórios relativos aos sites, portais, sistemas e serviços mantidos na internet pelos órgãos de governo pertencentes à Administração Pública Federal [GovBR 2017b][Ministério de Planejamento 2016a].

Ambos os documentos que compõem o Relatório Circunstanciado de Acessibilidade devem ser assinados pelo gerente de TI do órgão público em questão, submetidos à Procuradoria da República (MPF) e publicados no portal da instituição. Infelizmente, a maioria dos órgãos governamentais não está cumprindo esta exigência ou pelo menos não estão publicando o Relatório Circunstanciado em seus respectivos portais [Oliveira, Souza e Eler 2017].

Embora o Brasil já tenha uma ampla legislação que rege a acessibilidade digital, não foram encontradas evidências de sanções ou penalidades para os órgãos governamentais que não cumpram tais obrigações. Em algumas regiões do mundo há casos em que instituições públicas foram condenadas a indenizar usuários - pessoas com deficiência - que não conseguiram utilizar a plataforma digital devido às restrições de acessibilidade de sua interface [Carlson 2017].

1.1.5. Acessibilidade no desenvolvimento mobile

Atualmente, a acessibilidade em dispositivos mobile, tais como, *tablets* e *smartphones*, está contemplada pelas normas e diretrizes de acessibilidade do W3C, em específico as diretrizes do WAI e do WCAG. A organização está desenvolvendo diretrizes específicas e atualizadas sobre acessibilidade mobile, contudo, ainda não há diretrizes separadas para acessibilidade de tais dispositivos [W3C 2017b]. Além disso, os desenvolvedores mobile podem consultar as diretrizes propostas pela indústria fabricante de sistemas operacionais, tais como a Apple e a Google, que mantem diretrizes e pesquisas voltadas para a acessibilidade para pessoas com deficiência [Apple 2017][Android Developers 2017].

Conforme exposto em sua estratégia de governança digital e em legislações recentes, o governo federal está priorizando a oferta de informações e serviços por meio de dispositivos móveis. De fato há um crescimento significativo na prestação de serviços governamentais em dispositivos móveis. Daí a importância dos governos oferecerem aplicativos acessíveis às pessoas com deficiência, a fim de promover o acesso inclusivo [GovBR 2017a][Portal Brasil 2017].

Uma recente pesquisa avaliou quatro aplicativos mobile disponibilizados pelo governo eletrônico brasileiro. Os pesquisadores utilizaram uma metodologia própria para adaptar o padrão WCAG 2.0 ao contexto de interfaces mobile. O trabalho apresenta ainda uma discussão, apontando suas limitações atuais sobre as adaptações metodológicas dos critérios de sucesso do WCAG 2.0 para aplicá-los em plataformas Android e IOS. Os resultados mostraram que muitos problemas de acessibilidade elementares, como contraste de cores e navegação, foram encontrados extensivamente nas aplicações avaliadas [Serra et al. 2015].

1.2. O Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-MAG)

O e-MAG teve a sua primeira versão elaborada pelo Departamento de Governo Eletrônico em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil. O modelo foi criado em 2004 com o objetivo de facilitar o acesso de todas as pessoas às informações e serviços disponibilizados nos portais do governo federal [e-Scanner 2014][GovBR 2017a].

Para a elaboração da versão 2.0, lançada em 2005, foi realizado um estudo das regras de acessibilidade através de um método comparativo entre as normas adotadas por diversos países. Também foi realizada uma análise detalhada das regras e pontos de verificação do órgão internacional WAI/W3C, presentes no WCAG 1.0, o padrão mais recente da época [GovBR 2017a]. Atualmente na versão 3.1, o modelo segue com ampla divulgação e atualizações constantes nos últimos doze anos. Dentre as melhorias nesta versão, é citada a revisão dos textos, exclusão de redundâncias e a numeração das recomendações de acordo com a numeração de suas respectivas seções.

1.2.1. As seções do e-MAG

A versão mais recente do e-MAG, 3.1, publicada em 2014, organiza o modelo de acessibilidade em seis seções e quarenta e cinco recomendações de acessibilidade. A Figura 1.3 apresenta estas seções e o quantitativo de recomendações de acessibilidade presente em cada uma delas [E-MAG 2014].



Figura 1.3. As seis seções do e-MAG 3.1.

Esta estratégia de divisão em seções visa facilitar a implementação das recomendações de acordo com as necessidades de implementação. A seção 1, Marcação, concentra recomendações relacionadas ao uso correto dos padrões do W3C e aborda pontos importantes do uso do HTML. A seção 2, Comportamento, diz respeito às questões de acessibilidade em elementos dinâmicos, principalmente os que utilizam linguagem de script. A seção 3, Conteúdo / Informação, é direcionada à maneira correta de cadastrar e exibir conteúdos em um portal. A seção 4, Apresentação / Design, aponta recomendações importantes quanto ao uso de cores e contraste. A seção 5, multimídia, agrupa recomendações para áudio, vídeo e similares. Por último, a seção 6, Formulário, com o próprio nome indica, aborda questões de formulários web [EMAG 2014].

1.2.2. As recomendações de acessibilidade do e-MAG

Os padrões ou modelos de acessibilidade como o e-MAG, baseiam-se em diretrizes ou recomendações de acessibilidade que visam tornar o conteúdo web acessível por todas as pessoas. A versão 3.1 do e-MAG propõe quarenta e cinco recomendações de acessibilidade distribuídas nas seis seções do modelo [E-MAG 2017]. A Tabela 1.3 apresenta uma visão geral do e-MAG e suas recomendações de acessibilidade.

Tabela 1.3. Visão geral das recomendações do e-MAG.

Seção	Recomendações
1. Marcação	1.1 Respeitar os Padrões Web
	1.2 Organizar o código HTML de forma lógica e semântica
	1.3 Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho
	1.4 Ordenar de forma lógica e intuitiva a leitura e tabulação
	1.5 Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo
	1.6 Não utilizar tabelas para diagramação
	1.7 Separar links adjacentes
	1.8 Dividir as áreas de informação
	1.9 Não abrir novas instâncias sem a solicitação do usuário
2. Comportamento (DOM)	2.1 Disponibilizar todas as funções da página via teclado
	2.2 Garantir que os objetos programáveis sejam acessíveis
	2.3 Não criar páginas com atualização automática periódica
	2.4 Não utilizar redirecionamento automático de páginas
	2.5 Fornecer alternativa para modificar limite de tempo
	2.6 Não incluir situações com intermitência de tela
	2.7 Assegurar o controle do usuário sobre as alterações temporais do conteúdo
3. Conteúdo / Informação	3.1 Identificar o idioma principal da página
	3.2 Informar mudança de idioma no conteúdo
	3.3 Oferecer um título descritivo e informativo à página

	3.4 Informar o usuário sobre sua localização na página
	3.5 Descrever links clara e sucintamente
	3.6 Fornecer alternativa em texto para as imagens do sítio
	3.7 Utilizar mapas de imagem de forma acessível
	3.8 Disponibilizar documentos em formatos acessíveis
	3.9 Em tabelas, utilizar títulos e resumos de forma apropriada
	3.10 Associar células de dados às células de cabeçalho
	3.11 Garantir a leitura e compreensão das informações
	3.12 Disponibilizar uma explicação para siglas, abreviaturas e palavras incomuns
4. Apresentação / Design	4.1 Oferecer contraste mínimo entre plano de fundo e 1º plano
	4.2 Não utilizar apenas cor ou outras características sensoriais para diferenciar elementos
	4.3 Permitir redimensionamento sem perda de funcionalidade
	4.4 Possibilitar que o elemento com foco seja visualmente evidente
5. Multimídia	5.1 Fornecer alternativa para vídeo
	5.2 Fornecer alternativa para áudio
	5.3 Oferecer audiodescrição para vídeo pré-gravado
	5.4 Fornecer controle de áudio para som
	5.5 Fornecer controle de animação
6. Formulário	6.1 Fornecer alternativa em texto para os botões de imagem
	6.2 Associar etiquetas aos seus campos
	6.3 Estabelecer uma ordem lógica de navegação
	6.4 Não provocar automaticamente alteração no contexto
	6.5 Fornecer instruções para entrada de dados
	6.6 Identificar e descrever erros de entrada de dados e confirmar o envio das informações
	6.7 Agrupar campos de formulário
	6.8 Fornecer estratégias de segurança específicas ao invés de CAPTCHA

A Figura 1.4 apresenta, como exemplo, a recomendação de acessibilidade “1.2 Organizar o HTML de forma lógica e semântica”, presente na seção 1, Marcação. Primeiramente é exemplificada a forma correta de implementar esta recomendação e, em seguida, como seria um código em desacordo com a norma [EMAG 2014].

```

Exemplo correto
1. <h1>Padrões Web</h1>
2. <ul>
3. <li><a href='menu1.html'>Menu 1</a></li>
4. <li><a href='menu2.html'>Menu 2</a></li>
5. </ul>
6. <h2>Web Semântica</h2>
7. <blockquote>
8. O poder da web está em sua universalidade.
9. Ser acessada por todos, independente de deficiência, é um aspecto essencial.
10. </blockquote>
11. <cite xml:lang='en'>Tim Berners Lee</cite>

Exemplo Incorreto
1. <h1>Padrões Web</h1>
2. <p><a href='menu1.html'>Menu 1</a></p>
3. <p><a href='menu2.html'>Menu 2</a></p>
4. <h2>Web Semântica</h2>
5. <p>
6. O poder da web está em sua universalidade.
7. Ser acessada por todos, independente de deficiência, é um aspecto essencial.
8. </p>
9. <p>Tim Berners Lee</p>
    
```

Figura 1.4. Exemplo de recomendação de acessibilidade do e-MAG.

1.2.3. A relação WCAG versus e-MAG

O e-MAG é uma versão especializada do documento internacional WCAG, voltado para o governo brasileiro, porém sem excluir qualquer boa prática de acessibilidade proposta pelo padrão internacional. Atualmente o WCAG apresenta sessenta e dois critérios de sucesso e o e-MAG apresenta quarenta e cinco recomendações de acessibilidade. O primeiro é organizado em quatro princípios, seguido de doze diretrizes. Já o segundo é organizado em seis seções, que fazem o papel de categoria de aplicação. Os critérios de acessibilidade do WCAG ainda são categorizados em três níveis de conformidade. O e-MAG já chegou a ter algo semelhante, que foi descontinuado a partir da versão 3.0.

Apesar de utilizar o WCAG como referência, e estar alinhado a ele, o e-MAG foi planejado e desenvolvido para as necessidades locais, visando atender as prioridades brasileiras. Mesmo assim, o governo brasileiro ressalta que o uso do e-MAG não exclui o uso do WCAG. Contudo, os critérios de acessibilidade do e-MAG cobrem boa parte dos critérios propostos pelo WCAG e ainda incluem seis critérios exclusivos, que não constam no padrão internacional [EMAG 2014]:

- Disponibilização de documentos em formatos acessíveis (Recomendação 3.8).
- Atalhos de teclado padronizados.
- Primeira folha de contraste.
- Barra de acessibilidade.
- Apresentação do mapa do website.
- Página com recursos de acessibilidade.

1.2.4. Os problemas mais comuns que envolvem acessibilidade em portais Web

Um trabalho recente analisou a acessibilidade de um grupo de portais do governo federal e constatou que a codificação dos portais precisa ser aprimorada. Essa pesquisa contou ainda com a entrevista de uma pessoa com deficiência: um usuário que utiliza programas leitores de tela para navegar pelos portais web. Com base na sua experiência foi possível identificar aspectos fundamentais que os desenvolvedores deveriam considerar no momento de construir interfaces acessíveis [Oliveira, Souza e Eler].

Normalmente, as seções do e-MAG que mais evidenciam a ocorrência de problemas são a seção 1, Marcação, e a seção 3, Conteúdo / Informação, pois estas seções abordam, respectivamente, o uso correto de padrões do W3C, como o HTML, e a inserção e exibição de conteúdos, ambos muito presentes em qualquer página. Quando há a presença de formulários web, a seção 6, Formulário, também costuma ser bastante evidenciada. Apesar dos avanços no governo eletrônico brasileiro e da publicação constante de legislações que envolvem a acessibilidade digital, muitos portais ainda não aplicam as diretrizes propostas pelo e-MAG [Oliveira e Eler 2015]. Os problemas mais comuns envolvem as seguintes diretrizes [EMAG 2014]:

- 1.1 Respeitar os Padrões Web: muitas organizações não utilizam os padrões do W3C, como o HTML e o CSS, da maneira correta.
- 1.3 Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho: foram encontradas muitas evidências que apontam dificuldades dos desenvolvedores em entender o

funcionamento e o uso semântico dos níveis de cabeçalho - *tags* h1 até h6 do HTML. Este item é fundamental para propiciar agilidade na navegação guiada por programas leitores de tela, que trabalha com a hierarquia destes cabeçalhos, sendo o cabeçalho h1 mais relevante e o cabeçalho h6 menos relevante.

- 1.5 Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo: uma boa parte dos portais não apresentam estes itens, que também fazem parte do padrão WCAG. O governo federal recomenda atalhos para o menu principal, para o conteúdo e para o campo de busca.
- 2.7 Assegurar o controle do usuário sobre as alterações temporais do conteúdo: em um *slideshow*, por exemplo, o usuário deve ter o domínio sobre os controles, tais como: avançar, voltar, parar, continuar, entre outras funcionalidades.
- 3.3 Oferecer um título descritivo e informativo à página: por mais simples que seja, muitas páginas não apresentavam este item. Para o título apareça corretamente, deve ser utilizado o elemento *title* do HTML.
- 3.5 Descrever links clara e sucintamente: novamente, essa é outra recomendação fundamental que auxilia a navegação por meio de programas leitores de telas. O link deve ser descrito por meio do atributo *title* da tag “a” do padrão HTML.
- 3.6 Fornecer alternativa em texto para as imagens do sítio: esta recomendação diz respeito ao clássico uso do atributo *alt* da tag “img” presente no padrão HTML. Quando este recurso não é utilizado, o usuário cego é prejudicado, pois o programa leitor de tela lê exatamente o que está contido no atributo alt.
- 4.1 Oferecer contraste mínimo entre plano de fundo e primeiro plano: é muito comum encontrar um botão, item de menu ou mesmo um texto de difícil leitura devido ao pouco contraste com o plano de fundo. Por exemplo: uma fonte amarela com fundo branco. Para corrigir este problema é importante utilizar avaliadores de contraste.
- 5.5 Fornecer controle de animação: para qualquer animação que se inicia automaticamente na página, devem ser possibilitados mecanismos para que o usuário possa pausar, parar ou ocultar a animação.
- 6.1 Fornecer alternativa em texto para os botões de imagem: quando esta alternativa não está presente, os programas leitores de tela não irão dizer para o usuário que ali existe um botão, o que dificulta ou torna inviável a submissão dos dados de um formulário, por exemplo.
- 6.2 Associar etiquetas aos seus campos: este problema é muito comum e quando ocorre, o usuário que utiliza o leitor de telas não terá nenhuma diretriz para preenchimento dos diversos campos do formulário. Para utilizar da maneira correta, cada item de input de formulário deve ser precedido de um rótulo semelhante a este, por exemplo, “<label for="nome">Nome: </label>“.
- 6.7 Agrupar campos de formulário: essa ação facilita o entendimento e a navegação, principalmente em formulários longos.

1.3. Avaliadores de Acessibilidade Digital

No tocante à validação de padrões de desenvolvimento web, o W3C oferece avaliadores automáticos, online, para a linguagem HTML e para a linguagem CSS [W3C 2017a]. Já para validar diretrizes do WCAG e do e-MAG existe uma variedade de avaliadores de acessibilidade [Oliveira e Eler 2015]. Alguns aspectos da acessibilidade digital podem ser percebidos visualmente, como o contraste correto entre a tipografia e o fundo da tela ou a organização dos itens da interface de acordo com os padrões governamentais. No entanto, outra estrutura importante, como o código fonte, pode ser verificada automaticamente por meio destes avaliadores de acessibilidade [DaSilva 2017].

Padrões de acessibilidade como o WCAG e o modelo e-MAG são baseados em melhores práticas de codificação propostas pelos padrões do W3C. Portanto, as ferramentas de avaliação de acessibilidade também fazem chamadas para os validadores de código HTML e CSS do W3C. Os resultados da avaliação são exibidos em formato HTML e algumas ferramentas oferecem diferentes indicadores e exibições, além da capacidade de exportação dos resultados [Acessibilidade Legal 2017][Ministério do Planejamento 2016a].

1.3.1. DaSilva

O avaliador DaSilva destaca-se como o primeiro avaliador de acessibilidade de sites em língua portuguesa, embasado nos princípios de acessibilidade preconizados pelo W3C, WAI, WCAG 1.0, WCAG 2.0 e e-MAG. Este avaliador pode ser utilizado na sua versão web, que foi desenvolvida na linguagem Java em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil [DaSilva 2017].

A Figura 1.5 mostra a tela principal do avaliador DaSilva após a solicitação de avaliação do Portal Brasil. No topo da tela é possível verificar as opções de avaliação, que incluem o WCAG 1.0 e 2.0, o e-MAG e os três níveis de prioridade do WCAG. É possível ainda navegar pelas abas e verificar os erros de cada uma das opções. Nesta aba é possível verificar a existência de quatro erros do e-MAG, o número de ocorrência de cada erro e em quais linhas de código eles estão.

O governo brasileiro, comprometido com a inclusão, buscou, através da elaboração do modelo de acessibilidade do governo eletrônico, facilitar o acesso para todas as pessoas às informações e serviços disponibilizados nos sites e portais do governo. Assim, a primeira versão do e-MAG, elaborada pelo Departamento de Governo Eletrônico em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil, foi disponibilizada para consulta pública em 18 de janeiro de 2005, e a versão 2.0 já com as alterações propostas, em 14 de dezembro do mesmo ano. Em 2007, a Portaria no 3, de 7 de maio, institucionalizou o e-MAG no âmbito do sistema de Administração dos Recursos de Informação e Informática - SISP, tornando sua observância obrigatória nos sites e portais do governo brasileiro.

✖ 4 Erro(s)

	PONTOS DE VERIFICACAO	OCORRENCIA(S)	LINHA(S)
1	É essencial seguir os padrões de desenvolvimento Web, do W3C (World Wide Web Consortium), com o intuito de maximizar a compatibilidade com atuais e futuros agentes de usuário.	1	1
10	Deve-se garantir que scripts, Flash, conteúdos dinâmicos e outros elementos programáveis sejam acessíveis. Se não for possível que o elemento programável seja diretamente acessível, deve ser fornecida uma alternativa em HTML para o conteúdo. Assim, é preciso garantir que o conteúdo e as funcionalidades de objetos programáveis sejam acessíveis aos recursos de tecnologia assistiva e que seja possível navegação por teclado.	1	9
16	Deve-se identificar o principal idioma utilizado nos documentos. A identificação é feita por meio do atributo lang do HTML, e, para documentos XHTML, é utilizado o xml:lang.	1	2
17	O título da página deve ser descritivo e informativo, já que essa informação será a primeira lida pelo leitor de tela, quando o usuário acessar a página. O título é informado pela tag <title>.	1	2

Figura 1.5. Análise do Portal Brasil no avaliador de acessibilidade DaSilva.

1.3.2. AccessMonitor

O avaliador AccessMonitor¹ é uma iniciativa da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) do governo de Portugal. Trata-se de um avaliador automático que verifica as diretrizes de acessibilidade constantes em códigos Web. Esta ferramenta utiliza o WCAG 2.0 como referência e destaca esse fato como diferencial, pois ao contrário dos avaliadores que utilizam o WCAG 1.0, a existência de avaliadores do WCAG 2.0 é ainda escassa [FCT 2017]. Contudo, o AccessMonitor não avalia o uso do e-MAG, pois este é um padrão definido pelo governo brasileiro e adotado apenas no Brasil.

A Figura 1.6 mostra a tela principal do avaliador AccessMonitor após a solicitação de avaliação do Portal Brasil. Na tela é possível verificar o extrato da avaliação com informações de endereço, data e hora da análise. Em destaque aparece o índice AccessMonitor, um elaborado índice número que sintetiza em apenas um valor o grau de satisfação dos testes executados. Este resultado é obtido por meio de pesos e cálculos atribuídos nos diversos testes da ferramenta com base nas diretrizes do WCAG. Ao lado do índice aparece o quantitativo de erros encontrados por nível de prioridade do WCAG. No topo da tela é possível verificar as opções de avaliação, que incluem o WCAG 1.0 e 2.0, o e-MAG e os três níveis de prioridade do WCAG.



Figura 1.6. Análise do Portal Brasil no avaliador AccessMonitor.

1.3.3. AsesWeb

O Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios, ASES ou AsesWeb², é uma ferramenta desenvolvida pelo governo federal do Brasil, sendo inicialmente lançada em 2007, em uma versão *desktop*, em parceria com a ONG Acessibilidade Brasil. A versão Web, que recebeu foi nome de AsesWeb foi exclusivamente desenvolvida pelo governo e lançada em 2016 [Ministério do Planejamento 2016a][Portal do Software Público 2016]. Esta ferramenta é totalmente focada na avaliação das diretrizes do e-MAG 3.1,

¹ <http://www.acessibilidade.gov.pt/accessmonitor>

² <http://asesweb.governoeletronico.gov.br/>

inclusive os resultados de ocorrências de erros são exibidos com base na organização das seis seções do modelo brasileiro [ASES 2017].

A Figura 1.7 mostra a tela principal do avaliador AsesWeb após a solicitação de avaliação do Portal Brasil. Na tela é possível verificar o extrato da avaliação com informações de endereço, data e hora da análise. Em destaque aparece a porcentagem ASES, um elaborado índice número que sintetiza em apenas um valor o grau de satisfação dos testes executados. Este resultado é obtido por meio de pesos e cálculos atribuídos nos diversos testes da ferramenta com base nas recomendações do e-MAG. O Ases prevê ainda uma escala de porcentagens que indica o nível de aderência ao e-MAG. Ao lado desta escala aparece o quantitativo de erros e avisos encontrados por em cada uma das seis seções do modelo brasileiro.

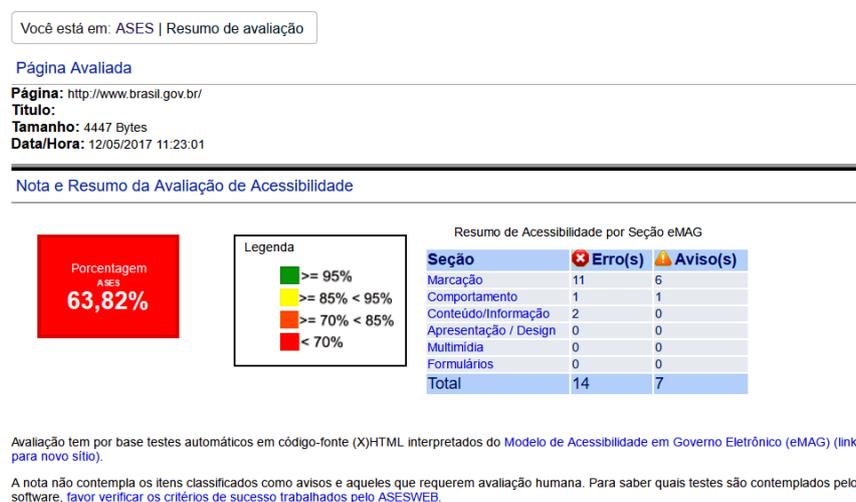


Figura 1.7. Análise do Portal Brasil no avaliador de acessibilidade AsesWeb.

Recentemente, o governo federal do Brasil recomendou o uso do AsesWeb e do AccessMonitor na avaliação de portais para preenchimento do Relatório Circunstanciado de Acessibilidade pelos órgãos da administração federal [FAD 2017]. Atualmente, o AsesWeb é a única ferramenta que utiliza a versão mais recente do e-MAG (3.1) como referência. E o AccessMonitor é um avaliador gratuito que utiliza a versão mais recente do padrão WCAG (2.0).

1.3.4. Avaliadores como ferramenta para melhorar o nível da acessibilidade digital

Ao desenvolver interfaces Web, os avaliadores podem ser utilizados como ferramentas para auxiliar na aplicação correta de padrões do W3C, tais como o HTML e o CSS. Além disso, por meio destas ferramentas é possível verificar a corretude de uma implementação e observar como determinadas recomendações de acessibilidade foram implementadas em portais existentes [Oliveira, Souza e Eler 2017].

A Figura 1.8 apresenta a tela de revisão de um código fonte utilizando o avaliador eScanner, uma ferramenta brasileira, desenvolvida no âmbito acadêmico e disponibilizada em 2013 como um *plugin* do navegador *Google Chrome*. O eScanner tem a proposta de avaliar a aplicação do e-MAG 3.0 em portais governamentais e além disso, fornecer tutoriais e informações do governo eletrônico brasileiro para que os

desenvolvedores possam melhorar a acessibilidade digital nos ambientes governamentais [Oliveira e Silva 2012].



Figura 1.8. Revisor de código fonte do avaliador de acessibilidade eScanner.

A Figura 1.9 mostra o detalhamento de uma avaliação utilizando o avaliador AccessMonitor. Nesta tela de resultados é possível verificar um agrupamento por elementos do HTML e a possibilidade de inspecioná-los, bem como os componentes responsáveis pelo comportamento. Além disso, o avaliador aponta em qual dos três níveis de conformidade estão enquadradas as ocorrências de erros e em quais linhas do código fonte. Uma característica forte deste avaliador é a utilização do WCAG 2.0 como referência, o que o torna uma ferramenta confiável para verificar se os critérios de sucesso do WCAG estão sendo atendidos e o que pode ser feito para melhorar a acessibilidade digital no desenvolvimento web.

II. Detalhe dos testes realizados		Erros		
Elementos HTML encontrados na página		A	AA	AAA
<input checked="" type="checkbox"/> Marcação de cabeçalhos		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Marcação de Links, menus e texto dos links			1	
<input checked="" type="checkbox"/> Standards W3C: (X)HTML + CSS		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Elementos e atributos de apresentação/obsoletos				
<input checked="" type="checkbox"/> Metadados (título, navegação, redirecionamento, reinicialização)		1		
<input checked="" type="checkbox"/> Marcação do idioma principal da página		1		
<p>Constatou-se que o atributo lang se encontra em falta</p> <ul style="list-style-type: none"> Idioma principal não referenciado: lang <p>O objectivo é identificar o idioma predefinido de um documento através dos atributos lang e/ou xml:lang do elemento <HTML>.</p> <p>Documentação WCAG 2.0 de referência: H57: Utilizar atributos language no elemento html Esta técnica WCAG 2.0 está relacionada com: <ul style="list-style-type: none"> Critério de Sucesso 3.1.1 (Nível A) Noções sobre CS 3.1.1 </p>		1		

Figura 1.9. Detalhamento do avaliador de acessibilidade AccessMonitor.

A Figura 1.10 mostra o detalhamento de uma avaliação utilizando o avaliador AsesWeb. Este avaliador é totalmente direcionado para o modelo brasileiro. Portanto, é uma ótima ferramenta para inspecionar a aplicação das diretrizes do e-MAG. Nesta ferramenta é possível verificar o código fonte, a quantidade de ocorrências de erros e em quais linhas de código se encontram. Tudo organizado pelas seções do e-MAG.

Resumo de Acessibilidade por recomendações do eMAG

Marcação	Comportamento	Conteúdo/Informação	Apresentação / Design	Multimídia	Formulários												
<p>Erros da seção marcação</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Recomendação</th> <th>Quantidade</th> <th>Linha(s) do código fonte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)</td> <td>8</td> <td>1.1.1.1.1.1.1.1</td> </tr> <tr> <td>1.3 Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho. (link para um novo site)</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1.5 Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo. (link para um novo site)</td> <td>2</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>						Recomendação	Quantidade	Linha(s) do código fonte	1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)	8	1.1.1.1.1.1.1.1	1.3 Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho. (link para um novo site)	1	1	1.5 Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo. (link para um novo site)	2	1.1
Recomendação	Quantidade	Linha(s) do código fonte															
1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)	8	1.1.1.1.1.1.1.1															
1.3 Utilizar corretamente os níveis de cabeçalho. (link para um novo site)	1	1															
1.5 Fornecer âncoras para ir direto a um bloco de conteúdo. (link para um novo site)	2	1.1															
<p>Avisos da seção marcação</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Recomendação</th> <th>Quantidade</th> <th>Linha(s) do código fonte</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)</td> <td>1</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>1.2 Organizar o código HTML de forma lógica e semântica. (link para um novo site)</td> <td>1</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>1.8 Dividir as áreas de informação. (link para um novo site)</td> <td>4</td> <td>1.1.1.1</td> </tr> </tbody> </table>						Recomendação	Quantidade	Linha(s) do código fonte	1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)	1	9	1.2 Organizar o código HTML de forma lógica e semântica. (link para um novo site)	1	32	1.8 Dividir as áreas de informação. (link para um novo site)	4	1.1.1.1
Recomendação	Quantidade	Linha(s) do código fonte															
1.1 Respeitar os Padrões Web. (link para um novo site)	1	9															
1.2 Organizar o código HTML de forma lógica e semântica. (link para um novo site)	1	32															
1.8 Dividir as áreas de informação. (link para um novo site)	4	1.1.1.1															

Figura 1.10. Detalhamento do avaliador de acessibilidade AsesWeb.

Além dos avaliadores apresentados, existe uma infinidade de avaliadores de acessibilidade que utilizam o padrão internacional WCAG como referência. Alguns destes podem ser utilizados de forma gratuita, como o TAW³ e o Wave⁴, e outros precisam ser adquiridos, como o SortSite⁵ e o Total Validator⁶.

1.4. Tecnologia Assistiva

A tecnologia assistiva é definida pelo uso de recursos tecnológicos que contribuem com a qualidade de vida das pessoas com deficiência, promovendo maior independência e autonomia para este público [EMAG 2014]. Estes recursos englobam desde artefatos simples até sistemas complexos. São exemplos de tecnologia assistiva: brinquedos adaptados, aparelhos auditivos, próteses, ferramentas para uso do computador, lupa eletrônica e programas leitores de tela.

O Censo de Pessoas com Deficiência concluiu que 23.9% da população tem pelo menos uma destas deficiências investigadas: visual (18.6%), auditiva (5.10%), motora (7%) e mental ou intelectual (1.40%) [SDH 2012]. Sendo assim, a deficiência visual apresentou maior ocorrência, portanto, a pessoa com deficiência visual é uma das maiores audiências que precisam de recursos de acessibilidade e tecnologia assistiva, como os programas de leitor de tela.

As tecnólogas assistivas são o canal de entrada para que as pessoas com deficiência possam acessar conteúdos na web. A Figura 1.11 mostra os componentes essenciais da acessibilidade web. De um lado temos os desenvolvedores, que utilizam ferramentas autorais e ferramentas de avaliação para o desenvolvimento de portais, no centro temos os conteúdos destes portais, e do outro lado temos os usuários, que utilizam navegadores, players de mídia e tecnologias assistivas para navegar pela Internet [W3C 2017b].

³ <http://www.tawdis.net>

⁴ <http://wave.webaim.org>

⁵ <https://try.powermapper.com>

⁶ <https://www.totalvalidator.com>

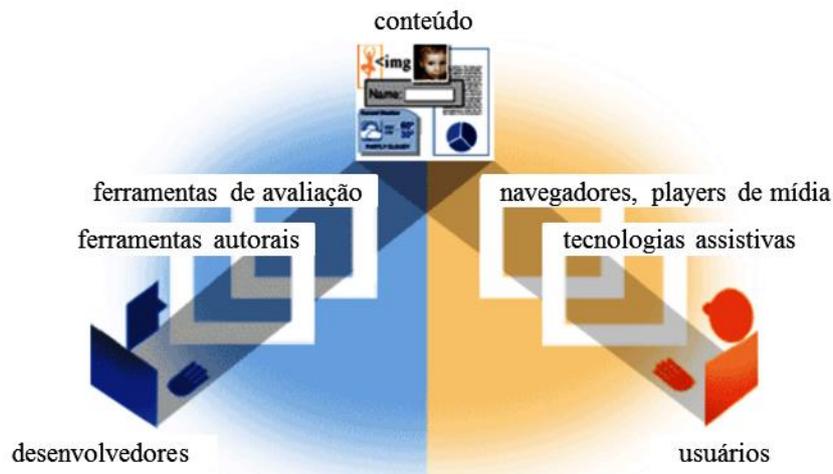


Figura 1.11. Componentes essenciais da acessibilidade Web.

1.4.1. Programa leitor de telas para pessoa cega

Os programas leitores de tela enquadram-se como software de tecnologia assistida, sendo muito utilizados por pessoas cegas ou com baixa visão. Um dos programas leitores de tela mais conhecidos é o NVDA. Lançado em 2006, possui código aberto e disponibiliza síntese de voz em diversos idiomas, incluindo o português brasileiro [NV Access 2017]. Além do NVDA, existem outros programas leitores de tela, tais como, o JAWS, um software proprietário, o Orca, um software gratuito para Linux, o VoiceOver, utilizado nos produtos da Apple, o VirtualVision, um software brasileiro, e o DOSVOX, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro [Acessibilidade Legal 2017].

Os programas leitores de tela atuam no sistema operacional, no software navegador e no portal web, que para ser lido corretamente, deve seguir as diretrizes do e-MAG ou até mesmo do WCAG [Acesso Digital 2017]. A Figura 1.8 apresenta três formas distintas de navegar em um portal ou sistema utilizando um programa leitor de telas. É possível navegar (a) lendo a página toda ao mover as setas do teclado, ou (b) lendo os links por meio da tecla tab, ou (c) lendo os cabeçalhos do HTML navegando com a tecla h [EMAG 2014].

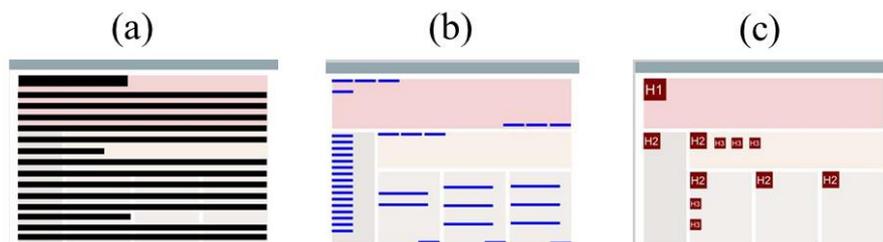


Figura 1.12. Diferentes maneiras de navegar utilizando programas leitores de tela: (a) lendo a página toda, (b) lendo os links e (c) lendo os cabeçalhos HTML.

1.4.2. Suíte VLibras para pessoa surda

Em 2016, o governo federal, em parceria com alguns órgãos e universidades disponibilizaram a Suíte VLibras, um conjunto de ferramentas de código aberto. O

VLibras tem o objetivo de reduzir as barreiras de comunicação e promover o acesso de pessoas com surdez aos conteúdos digitais expostos em computadores, *tablets* e *smartphones* em sua linguagem natural de comunicação [Ministério do Planejamento 2016b][VLibras 2017]

A Figura 1.13 apresenta o modo de funcionamento da Suíte VLibras. Neste exemplo, o software foi instalado como *plugin* de um navegador. Para começar a utilizar o VLibras basta selecionar um trecho do conteúdo do portal Web e em seguida clicar com o botão direito do mouse. Logo após, aparece a opção “Traduzir ... para Libras”. Clicando nesta opção, uma janela é aberta nela é exibida a tradução na língua brasileira de sinais (Libras) [VLibras 2017].

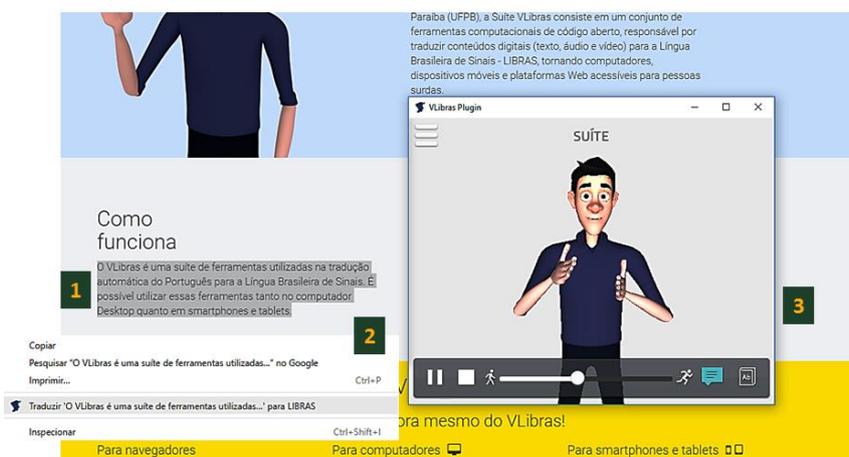


Figura 1.13. Utilização da Suíte VLibras em um portal Web.

1.5. Considerações finais

Este capítulo teve por objetivo apresentar os conceitos que envolvem a acessibilidade digital e mostrar como utilizar o Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico (e-AG) e os avaliadores de acessibilidade na construção de interfaces web. Apresentamos ainda a legislação brasileira que trata a acessibilidade digital e abordamos o padrão internacional WCAG, que foi utilizado como referência para a concepção do modelo brasileiro de acessibilidade.

Para que a acessibilidade aconteça de fato, se faz necessário o envolvimento de uma equipe multidisciplinar formada tanto por desenvolvedores de sistemas, quanto por profissionais responsáveis pela criação e inserção de conteúdos. Para os desenvolvedores é fundamental conhecer as legislações que envolvem a acessibilidade digital e seguir corretamente os padrões web preconizados pelo W3C, para que então possam ser aplicadas as recomendações do modelo brasileiro e-MAG ou até mesmo os critérios de sucesso e as técnicas do padrão internacional WCAG.

Utilizar os avaliadores de acessibilidade digital como ferramenta de apoio para o desenvolvimento de interfaces web e procurar entender como as pessoas com deficiência navegam pela Internet e quais ferramentas elas utilizam podem ser ótimas estratégias para obter interfaces mais acessíveis e atender as legislações vigentes.

A web é um território de todos e para todos, não cabendo então limitações de acesso ou restrições a determinados grupos de pessoas. Embora a acessibilidade digital

não seja apenas para as pessoas com deficiência, vimos que este grupo é o mais afetado pela ausência ou pelas limitações de acessibilidade. Nesse sentido, o Brasil avançou com legislações e padrões importantes que resguardam o direito destas pessoas e agora cabe a nós, desenvolvedores, conhecer cada vez mais o universo da acessibilidade digital e promover soluções realmente acessíveis, seja para o setor governamental ou para o setor não governamental, afinal, em qualquer que seja o ambiente, teremos informações ou serviços que devem estar ao alcance de todos.

Referências

- Acessibilidade Legal. (2017). “Web Padrões – WCAG – Tecnologias Assistivas”. Disponível em: <<http://www.acessibilidadelegal.com>>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- Acesso Digital. (2017). “Acessibilidade de Verdade”. Disponível em: <<http://acessodigital.net>>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- Agangiba, M; Kabanda, S. (2016). “E-Government Accessibility Research Trends in Developing Countries”. Mediterranean Conference on Information Systems (MCIS). Paper 8. Disponível em: <http://aisel.aisnet.org/mcis2016/8>. Acesso em: 15 de nov. de 2016.
- Android Developers. (2017). “Accessibility”. Disponível em: <<https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/index.html>>. Acesso em: 02 de maio de 2017.
- Apple. (2017). “Acessibilidade”. Disponível em: <<https://www.apple.com/br/accessibility>>. Acesso em: 02 de maio de 2017.
- ASES . (2017). “Avaliador e Simulador de Acessibilidade em Sítios”. Disponível em: <<http://asesweb.governoeletronico.gov.br>>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- Carlson, L. L. (2017). “Higher Ed Accessibility Lawsuits, Complaints, and Settlements”. Disponível em: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/atteam/reports/litigation/lawsuits.html>. Acesso em: 25 de fev. de 2017.
- DaSilva. (2016). “O primeiro avaliador de acessibilidade em português”. Disponível em: <http://www.dasilva.org.br>. Acesso em: 13 de dez. de 2016.
- E-MAG. (2017). “Modelo de Acessibilidade em Governo Eletrônico – Versão 3.1”. Disponível em: <<http://emag.governoeletronico.gov.br>>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- FCT. (2017). “Unidade Acesso da FCT”. Disponível em: <<http://www.acessibilidade.gov.pt>>. Acesso em: 02 de mar. de 2017.
- GovBR. (2017a). “Governo Eletrônico Brasileiro”. Disponível em: <<https://www.governoeletronico.gov.br>>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- GovBR. (2017b). “Relatório Circunstanciado de Acessibilidade”. Disponível em: <http://fad.governoeletronico.gov.br>. Acesso em: 10 de fev. de 2017.

- IBGE. (2016). “Vamos conhecer o Brasil: características da população”. Disponível em: <http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-da-populacao.html>. Acesso em: 15 de dez. de 2016.
- NV Access. (2017). “Empowering lives through non-visual access to technology”. Disponível em: <https://www.nvaccess.org>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- Marzullo, F. P. (2009). “SOA na prática: inovando seu negócio por meio de soluções orientadas a serviços”. São Paulo: Novatec Editora, 2009.
- Ministério do Planejamento. (2016a). “Governo lança ferramentas para promover a acessibilidade digital”. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/noticias/planejamento-lanca-ferramenta-de-acessibilidade-digital-1>. Acesso em: 10 de fev. de 2017.
- Ministério do Planejamento. (2016b). “Suíte VLibras está entre as 100+ inovadoras no uso de TI”. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/noticias/suite-vlibras-esta-entre-201cas-100-inovadoras-no-uso-de-ti201d>. Acesso em: 10 de fev. de 2017.
- Portal do Software Público. (2017). “Sobre o Software ASES”. Disponível em: <https://softwarepublico.gov.br/social/ases>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- Oliveira, A. D. A.; Eler, M. M. (2015). “Accessibility in Electronic Government: a study on the implementation of web standards in sites gov.br”. Proceedings of the Annual Conference on Brazilian Symposium on Information System, Goiania, Goias, Brazil. pp. 691-698.
- Oliveira, A. D. A.; Souza, E. M.; Eler, M. M. (2017). “Accessibility Model in Electronic Government: Evaluation of Brazilian Web Portals”. Proceedings of the Annual Conference on Brazilian Symposium on Information System, Lavras, Minas Gerais, Brazil.
- Oliveira, V. A. J.; Silva, V. C. (2012). “eScanner: uma ferramenta para validação de páginas Web segundo o e-MAG - Modelo de Acessibilidade de Governo Eletrônico”. Proceedings of the Annual Conference on Brazilian Symposium on Information System, São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Portal Brasil. (2013). “Presidenta Dilma apresenta o novo Portal Brasil”. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2013/09/dilma-anuncia-reformulacao-do-portal-brasil>. Acesso em: 3 de mar. de 2016.
- Portal Brasil. (2017). “Governo Digital”. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo-digital>. Acesso em: 20 de jan. de 2017.
- SDH. (2012). “Cartilha do Censo 2010 - Pessoas com Deficiência”. Disponível em: <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf>. Acesso em: 7 de dez. de 2016.
- Serra, L. C.; Carvalho, L. P.; Ferreira, L. P.; Vaz, J. B. S.; Freire, A. P. (2015). “Accessibility Evaluation of E-Government Mobile Applications in Brazil”. *Procedia Computer Science* 67 (2015) 348 - 357. 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI). DOI= <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.279>.

- Takahashi, Tadao. (2000). “Sociedade da Informação no Brasil - Livro Verde”. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2000.
- TCU. (2014). “Tribunal de Contas da União - Levantamento de governança de tecnologia da informação”. Disponível em: <http://portal.tcu.gov.br/comunidades/fiscalizacao-de-tecnologia-da-informacao/atuacao/perfil-de-governanca-de-ti>. Acesso em: 20 de jan. de 2017.
- TCU. (2015). “Tribunal de Contas da União - levantamento do pessoal de tecnologia da informação”. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/levantamento-na-area-de-pessoal-de-ti-da-administracao-publica-federal.htm>. Acesso em: 20 de jan. de 2017.
- VLibras. (2017). “Tradução de Português para Libras”. Disponível em: <http://www.vlibras.gov.br/>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- W3C. (2008). “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0”. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG20>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- W3C. (2014). “Diretrizes De Acessibilidade Para Conteúdo Web (WCAG) 2.0”. Disponível em: <http://www.w3.org/Translations/WCAG20-pt-PT>. Acesso em: 20 fev. 2017.
- W3C. (2017a). “World Wide Web Consortium”. Disponível em: <https://www.w3.org>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.
- W3C. (2017b). “Web Accessibility Initiative (WAI)”. Disponível em: <https://www.w3.org/WAI>. Acesso em: 02 de fev. de 2017.

Capítulo

2

Sistemas de Sistemas de Informação e Ecossistemas de Software: Conceitos e Aplicações

Valdemar Vicente Graciano Neto, Rodrigo Santos, Renata Araujo

Abstract

Information systems (IS) have been combined to deliver new functionalities by means of interoperability among distinct IS, forming new large-scale systems called Systems of Information Systems (SoIS). SoIS are composed by pre-existing IS, with potential for innovation and business value creation. Understanding their particularities is essential to the development of the next generation of IS, which will be required to operate in distributed and open environments, to dynamically adapt to changes and to provide reliability. At the same time, each IS of a SoIS forms a software ecosystem (SECO), which comprises technical, business and social relationships that affect the way IS influences the business it supports. Understanding the intrinsic relationships between IS, SoIS and SECO becomes essential for progress in IS design and research in the forthcoming years. The aim of this work is to present the foundations on SoIS and SECO in order to enhance a common understanding of the business supported by IS, its effects on the SoIS development process, and a foreshadowing on how relations between such topics can be established.

Resumo

Softwares de sistemas de informação (SI) têm sido associados por meio da interoperabilidade para criar novas funcionalidades, formando sistemas de larga escala denominados Sistemas de Sistemas de Informação (SdSI). SdSI são compostos por SI pré-existentes, com grande potencial para inovação e criação de novos negócios. Compreender suas peculiaridades é essencial para desenvolver a próxima geração de SI, para que operem em ambientes distribuídos e abertos, adaptem-se dinamicamente a mudanças e atuem de modo confiável. Ao mesmo tempo, cada SI de um SdSI forma um ecossistema de software (ECOS), que compreende relações técnicas, de negócio e sociais que afetam a forma como o SI influencia no negócio que apoia. O entendimento das relações intrínsecas entre SI, SdSI e ECOS torna-se essencial para o progresso na concepção de SI nos próximos

anos. O objetivo deste trabalho é apresentar os fundamentos de SdSI e ECOS, de modo a potencializar a compreensão do negócio apoiado pelo SI, seus impactos no processo de desenvolvimento de SdSI, e um prenúncio sobre as relações entre ambos os tópicos.

2.1. Introdução

Nossa sociedade está experimentando uma tendência de alta conectividade, com elevada taxa de interoperabilidade, que é a capacidade de diferentes sistemas e tecnologias se comunicarem, trocarem e usarem informação. Esse fenômeno criou uma nova maneira de estabelecer relações entre pessoas, empresas e sistemas, impondo novas exigências tecnológicas.

Os Sistemas de Informação (SI) estão profundamente envolvidos com esta tendência. Eles são o elemento central de vários empreendimentos bem-sucedidos e apoiam atividades sociais e industriais essenciais. SI estão presentes na forma de Sistemas de Apoio à Decisão, Sistemas de Informação Empresariais, Redes Sociais e Sistemas de Informação Meteorológica, oferecendo serviços valiosos para beneficiar a sociedade [Graciano Neto 2016] [Graciano Neto et al. 2017a; 2017b]. À medida que as tecnologias evoluem, o SI também evolui, sendo pressionado a realizar tarefas mais complexas, estabelecendo novas relações para oferecer funcionalidades não triviais. Isso é possível, dependendo das capacidades conjuntas oferecidas por um arranjo de SI distintos. Nesta perspectiva, está surgindo uma classe distinta de sistemas conhecidos como Sistemas de Sistemas de Informação (SdSI)¹.

Um SdSI resulta de vários SI intensivos em software, operacionalmente e gerencialmente independentes que trabalham juntos para atingir objetivos de negócio comuns [Majd et al. 2015] [Saleh e Abel 2015]. Como tal, as relações entre estes SI interoperáveis são de extrema importância, uma vez que as empresas podem ser sustentadas e gerar mais valor se essas relações são melhor investigadas e compreendidas [Jansen et al. 2009]. Novas relações também podem ser estabelecidas para aumentar ganhos em produtividade, considerando dimensões técnica, de negócio e social. Por sua vez, um domínio de negócio inteiro pode ser prejudicado ou eliminado devido a relações comerciais prejudiciais entre SI. Este cenário requer novas visões sobre como compreender, descrever e analisar as relações entre esses sistemas, bem como dos novos ecossistemas que os rodeiam.

Neste contexto, o conceito de Ecossistema de Software (ECOS) tem ajudado pesquisadores e profissionais a modelar e analisar as relações existentes entre sistemas de software que compõem uma plataforma tecnológica, e entre seus atores internos e externos. Eles são importantes pois permitem prever como obter valor, retorno sobre o investimento e como as relações entre produtos distintos podem ser benéficas ou prejudiciais para o progresso do negócio no desenvolvimento de SI [Bosch 2009].

ECOS podem promover a compreensão sobre o SdSI explorando as relações existentes entre os SI constituintes de um SdSI, bem como a natureza dessas relações. Esta compreensão faz nascer o conceito de Ecossistema de Sistemas de Informação (EcoSdSI), isto é, um ECOS que envolve o desenvolvimento, integração e interoperabilidade de um

¹Por simplicidade, SdSI é usado de forma intercambiável para expressar singular e plural. A mesma regra é aplicada a SoS e SI.

conjunto de SI trabalhando em conjunto, a fim de apoiar as metas de negócios. É imperativo que este novo cenário seja investigado, uma vez que as novas relações entre SI podem beneficiar/prejudicar uma organização que oferece produtos e serviços, e cujos clientes podem combinar esses ativos para cooperar em conjunto, a fim de alcançar um maior valor de negócio.

O objetivo deste trabalho é apresentar os fundamentos e conceitos de dois tópicos emergentes e estratégicos para a área de SI: os Sistemas de Sistemas de Informação (SdSI) e os Ecossistemas de Software (ECOSs). Dessa forma, visa esclarecer os elementos que envolvem SdSI (múltiplos SI e múltiplas organizações colaborando para explorar novas oportunidades de negócio) e ECOS, bem como o potencial de associação entre os tópicos, sem perder de vista a influência destas novas tendências na Engenharia de Software (ES) para a área de SI.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: a Seção 2.2 apresenta as bases de SI; a Seção 2.3 apresenta as bases de ecossistemas digitais; a Seção 2.4 apresenta as bases de ECOS; a Seção 2.5 apresenta as bases de SoS; a Seção 2.6 discute as relações de ECOS e SoS; a Seção 2.7 discute o prenúncio dos SdSI; a Seção 2.8 discute o advento das relações entre ECOS e SdSI (EcoSdSI); por fim, a Seção 2.9 conclui o trabalho.

2.2. Sistemas de Informação

De acordo com a Teoria Geral de Sistemas (TGS) [Bertalanffy 2015], sistemas são um conjunto de elementos dinamicamente inter-relacionados para realizar atividades visando atingir uma meta específica, consumindo energia, materiais ou dados (entrada) e produzindo novas formas de energia, materiais ou dados (saída). O conceito de sistema tem sido útil para descrever e compreender o comportamento de estruturas complexas em muitos domínios de conhecimento diferentes – da Biologia às Ciências Sociais, e particularmente na área de SI.

Com base nesse conceito, uma definição técnica muito simples de SI é descrita por [Laudon e Laudon 2016] como um conjunto de componentes inter-relacionados que coletam (ou recuperam), processam, armazenam e distribuem informações. O uso de um mural em um corredor de uma organização onde diversas pessoas divulgam informação pode ser compreendido como um SI composto por humanos e objetos (mural, papéis etc.) onde informação pode ser publicada, recuperada, processada e eliminada, de forma a apoiar a organização no alcance de seus objetivos e na comunicação de informação relevante.

Conceitualmente, SI também pode incluir software ou outra tecnologia como um dos seus elementos (SI intensivos em software). Em um contexto de uso de um portal de informação organizacional, por exemplo, onde profissionais relatam e compartilham notícias e informação usando seus celulares também pode ser considerado um SI. Muito frequentemente, o termo *sistemas de informação* é utilizado como referência ao software que processa informação para um conjunto de usuários. Isto é perfeitamente correto se compreendemos que um software, por sua vez, pode ser composto de partes inter-relacionadas (e.g., módulos, funções) com o objetivo de processar informação. Doravante neste texto, consideramos SI intensivo em software e SI como termos intercambiáveis.

No entanto, não podemos restringir o entendimento de SI ao elemento de software. De volta à TGS [Bertalanffy 2015], sistemas (i) podem existir dentro de outros sistemas (que variam em hierarquia e complexidade), (ii) são usualmente abertos (interagem com o ambiente em que estão inseridos e aprendem com esta interação), (iii) seu funcionamento depende de sua estrutura interna (as relações entre seus elementos), e (iv) possuem regras que ajudam a manter seu equilíbrio e regulam sua operação (tentam evitar variações que podem danificar sua operação, ou porque precisam ser capazes de se adaptar a novas situações, reequilibrando-se). O comportamento de sistemas pode ser previsível e descritivo (e.g., computadores) ou imprevisíveis, complexos e difíceis de serem descritos (e.g., sistemas sociais ou econômicos).

Uma visão abrangente de SI voltada ao entendimento da complexidade das estruturas sistêmicas do mundo moderno é o conceito de ecossistemas, usualmente utilizado em áreas como Biologia [Dhungana et al. 2010], adaptado para comportar a presença do componente tecnológico, denominados Ecossistemas Digitais (ECODigs).

2.3. Ecossistemas Digitais

Um ecossistema, na Biologia, é uma comunidade de organismos vivos (i.e., plantas, animais e microrganismos) em conjunto com componentes não vivos (e.g., ar, água e solo), bem como suas relações entre si e com o ambiente, interagindo como um sistema [Smith e Smith 2012]. Muitas das atuais características atribuídas aos ECODigs foram inspiradas na observação dos ecossistemas da natureza [Boley e Chang 2007].

Ecossistema digital (do inglês, *digital ecosystem*) é um paradigma emergente para inovação tecnológica. Consiste de uma infraestrutura digital auto organizável com o intuito de criar um ambiente digital para as organizações (ou agentes) conectadas em rede, provendo apoio à cooperação, compartilhamento de conhecimento e desenvolvimento de tecnologias adaptativas e abertas [IEEE 2007].

Um ECODig consiste em uma comunidade aberta, onde não há nenhuma necessidade permanente de controle centralizado ou distribuído. Uma estrutura de liderança pode ser formada (e dissolvida), em resposta às necessidades dinâmicas do ambiente [Boley e Chang 2007]. Assim, os ECODigs promovem mudanças também nas tradicionais formas de comunicação, pois as organizações (públicas ou privadas) deixam de atuar como ilhas isoladas para compor um ecossistema interconectado por meio de técnicas de engajamento alavancadas pelas TICs [Araújo e Magdaleno 2015].

Boley e Chang (2007) resumem as características essenciais dos ECODigs baseadas nos conceitos de agentes (entidades que se integram a um ambiente ou comunidade com base em seus próprios interesses) e espécies (tipos de agentes) e inspiradas na analogia com a biologia:

Abertura, Interação e Engajamento: A abertura se refere a um ambiente virtual transparente, onde existe interação entre os agentes do ECODig visando o bem-estar social e o engajamento com outros para obter oportunidades e compartilhar recursos. Às vezes, a comunidade precisa se unir para se defender contra ameaças externas. Os agentes não serão capazes de sobreviver a menos que reconheçam que são inter-

dependentes em relação a outras espécies deste ecossistema e que estejam dispostos a cooperar com elas;

Balanceamento: O balanceamento significa a harmonia, estabilidade e sustentabilidade dentro de um ECODig. Se alguma espécie está ficando desproporcionalmente tensionada ou dividida, todo o ecossistema pode entrar em colapso. No entanto, um único ponto de falha não precisa levar a um desastre, mas pode dar origem a um novo equilíbrio do ecossistema como um todo;

Agrupamento por domínio e acoplamento fraco: As espécies compõem um ecossistema por escolha própria. Seus membros compartilham uma cultura, hábitos sociais, interesses e objetivos semelhantes. Cada espécie preserva o meio ambiente comum e é proativo(a) e receptivo(a) para o seu próprio benefício. Ao mesmo tempo, os agentes percebem as vantagens da colaboração e existe um interesse mútuo comum entre as partes. Assim, possuem entusiasmo em participar do trabalho da comunidade. Eles são, portanto, capazes de viver juntos em comunidade e apoiar uns aos outros para a sustentabilidade do ECODig como um todo;

Auto-organizável: Cada espécie é independente, auto-habilitada, auto-preparada, capaz de se defender e sobreviver através da auto-coordenação. Os agentes de um ecossistema digital são capazes de agir de forma autônoma, tomar decisões e cumprir responsabilidades.

2.4. Ecossistemas de Software (ECOS)

ECOS podem ser vistos como uma classe particular de ECODig centrados intensamente em software. O ECOS é uma forma eficaz de construir software em cima de uma plataforma tecnológica comum (por exemplo, sistema operacional, base de ativos de software etc.), compondo aplicações e tecnologias desenvolvidas por múltiplos atores (desenvolvedores de terceiros, comunidades e organizações) [Santos et al. 2012]. Além disso, um ECOS compreende uma tecnologia de fundação ou um conjunto de componentes utilizados para além de uma única empresa que reúne várias partes para um objetivo comum de negócio ou de desenvolvimento, ou para resolver um problema comum.

Esta plataforma tecnológica comum pode originar produtos de software que podem cooperar e/ou competir no mercado, ou mesmo outras relações podem ser traçadas entre eles. ECOS também é caracterizado tanto pela produção de software quanto pelas relações de consumo. Essas relações podem ser estabelecidas com desenvolvedores de terceiros, comunidades e/ou outras organizações para promover o desenvolvimento, fornecimento e evolução de componentes em um grande ecossistema criado sobre a plataforma tecnológica comum. Exemplos de ECOS incluem o ECOS Microsoft, o ECOS iPhone e o ECOS Drupal [Santos et al. 2012]. Adicionalmente, um ECOS pode fazer parte de outro ECOS, por exemplo, o ECOS Microsoft CRM faz parte do ECOS Microsoft.

Os fornecedores de software co-desenvolvem capacidades em torno da inovação: trabalham de forma cooperativa e competitiva para apoiar e desenvolver novos produtos, satisfazer as necessidades dos clientes e inovar continuamente [Moore 1996]. Essas redes

apertadas de fornecedores, distribuidores, empresas de terceirização, desenvolvedores de produtos ou serviços relacionados, provedores de tecnologia e uma série de outras organizações afetam e são afetadas pela criação e entrega de produtos e serviços de um fornecedor de software. Alinhados a este ponto de vista, os investigadores propuseram a perspectiva de ECOS para analisar a indústria de software, [Jansen et al. 2009] [Manikas 2016]. Para isso, as dimensões técnica, de negócio e social precisam ser levadas em consideração para entender como modelar e analisar um ECOS.

Nas perspectivas social e de negócio, um ECOS fornece visão organizacional complementar ao desenvolvimento de SoS, que define papéis, regras de interação, colaboração e capacidades sinérgicas para seus sistemas constituintes. Existem muitas semelhanças entre as características de SoS [Santos et al. 2014] e os desafios técnicos ECOS [Bosch 2009], por exemplo, como garantir a estabilidade da plataforma, simplicidade, segurança, confiabilidade e evolução. Nesse sentido, podemos conjecturar que a ECOS e SoS (incluindo SdSI) também podem manter relações intrínsecas e sinérgicas que podem ser exploradas. A próxima seção discute essa perspectiva.

2.5. Sistemas de Sistemas (SoS)

SoS são um arranjo de sistemas interoperáveis, chamados *constituintes*, concebidos para realizar um conjunto de missões. SoS surgiram como resultado da necessidade de interoperabilidade entre sistemas de software individuais para criar aplicações mais robustas, oferecendo funcionalidades que não poderiam ser entregues por nenhum destes sistemas de forma isolada [Maier 1998]. Primeiramente presentes no domínio militar, estes sistemas têm migrado para o domínio civil, com advento das cidades inteligentes e dos sistemas de monitoramento urbano de enchentes e de gerenciamento de crises e emergências [Santos et al. 2014] [Paes et al. 2016].

SoS compartilham cinco características postuladas por Maier [Maier 1998]: (i) independência operacional dos constituintes, uma vez que os constituintes operam de forma autônoma, contribuindo ocasional e oportunamente para cumprir missões no contexto SoS; (ii) independência gerencial dos constituintes, isto é, uma diversidade de stakeholders e organizações podem possuir e/ou gerenciar um ou mais constituintes que fazem parte de um SoS; (iii) comportamento emergente, uma funcionalidade mais complexa decorrente da interoperabilidade entre constituintes, deliberadamente planejada para cumprir uma ou mais missões ou surgindo de modo não previsto devido à dinâmica do SoS; (iv) desenvolvimento evolucionário, uma vez que o SoS como um todo evolui como resultado da evolução de seus constituintes; e (v) distribuição, uma vez que sua comunicação se baseia na tecnologia de rede. Além disso, SoS apresentam frequentemente uma natureza oportunista, isto é, um sistema é capaz de unir outros sistemas para formar um SoS para realizar uma missão e deixar o SoS quando a missão termina [Graciano Neto et al. 2014]. A arquitetura dinâmica também foi considerada uma característica notável de SoS e que surge como consequência das outras características que definem um SoS [Oquendo 2016]. Por fim, outras características como autonomia, heterogeneidade, e autoadaptação têm sido também atribuídas a SoS ao longo dos anos [Boardman e Sauser 2006].

SoS são desenvolvidos orientados a missões. Tais missões constituem objetivos de alto nível que, para serem atingidos, valem-se da interoperabilidade entre os constituintes

e das suas funcionalidades individuais. Missões são especificadas em nível de requisitos, enquanto comportamentos emergentes correspondentes a estas missões são planejados em tempo de projeto do SoS [Oquendo 2016]. Missões estão relacionadas tanto com as capacidades dos sistemas constituintes como com as interações entre esses sistemas que contribuem para a realização dos objetivos globais dos SoS. A atividade de concretização de um modelo de missão consiste no seu refinamento para um modelo de arquitetura que possua constituintes para os quais seja possível atribuir partes das missões estabelecidas de modo a formar comportamentos emergentes em conformidade com estas missões e para atingir os objetivos estabelecidos por elas [Silva et al. 2016].

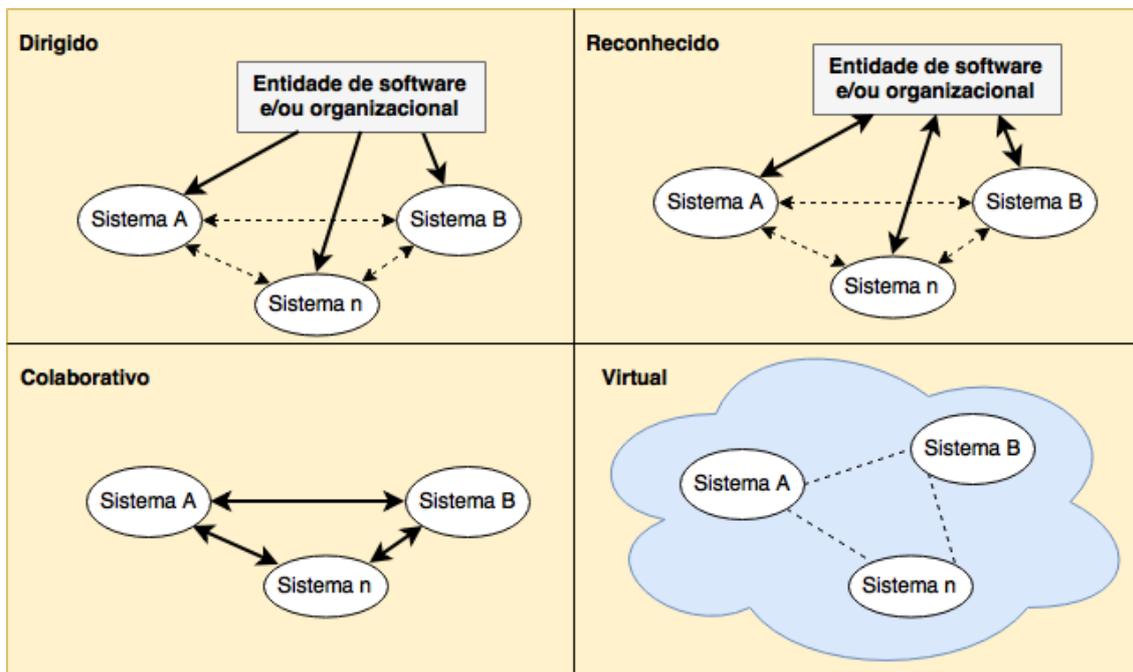


Figura 2.1. Concepção visual da taxonomia de SoS vigente na literatura especializada.
Fonte: [Lane 2013]

SoS têm sido amplamente distinguidos pelo nível de controle gerencial [Dahmann et al. 2008], por sua autoridade central e nível de colaboração [Bryans et al. 2013] [Pérez et al. 2013]. Esta classificação estabelece quatro tipos de SoS [Maier, 1998] [Dahmann et al. 2009] [Pérez et al. 2013]: direcionado, colaborativo, reconhecido e virtual. De acordo com a taxonomia de Maier, abaixo encontram-se os tipos essenciais de SoS e suas respectivas características [Maier 1998] [Dahmann et al. 2009] [Lane 2013]. Em paralelo, a Figura 2.1 ilustra uma concepção de como os sistemas constituintes interagem entre eles de acordo com os tipos de SoS discutidos [Lane 2013]. Sob essa perspectiva, um SoS pode ser:

Dirigido: este tipo de SoS possui uma autoridade central (integrador², *broker*, ou *glue code*), que pode ser uma entidade de software ou um grupo de gestores. Ele es-

²Integração não têm sido vista como uma palavra adequada para designar o modo como constituintes são associados para formar um SoS uma vez que integrar passa a ideia de um todo indivisível e permanente, o que não é o caso do SoS, que pode ser um fenômeno breve, transiente, que dure de horas a anos, mas não permanente.

tabelece uma comunicação unilateral com os constituintes, orquestrando a forma (sequência de tarefas e atribuições) como eles vão trabalhar para cumprir missões. Nesta modalidade, os constituintes podem não estar cientes de que fazem parte de um SoS, e suas ações são dirigidas pela entidade centralizadora. Seus sistemas operam subordinados à finalidade gerida centralmente [Pérez et al. 2013];

Reconhecido: neste tipo, uma entidade de software estabelece uma via bidirecional de comunicação, onde esses sistemas consultam essa entidade de software para descobrir outros constituintes disponíveis e serviços prestados. A autoridade central oferece uma resposta, permitindo que os constituintes se comuniquem, organizando-se para cumprir uma ou mais missões como resultado;

Colaborativo: SoS colaborativos são distintos dos sistemas direcionados no sentido de que a entidade central gestora ou de software não possui poder coercitivo para executar o sistema. Os sistemas constituintes devem colaborar voluntariamente para cumprir os objetivos centrais estabelecidos. A Internet é um sistema colaborativo. Embora os padrões sejam definidos para ela, não há um poder absoluto para impô-los. Os acordos entre os atores centrais sobre a prestação de serviços e a rejeição fornecem o mecanismo de execução que existe para manter as normas. A cooperação entre os constituintes surge espontaneamente, mas com uma intenção prevista de interação dentro de um propósito pré-definido e embutido. A Internet começou como um sistema direcionado, controlado pela Agência de Projetos de Pesquisa Avançada dos EUA, para compartilhar recursos de computadores. Ao longo do tempo, evoluiu através de mecanismos colaborativos não planejados [Maier 1998];

Virtual: Nesta categoria, não há autoridade de gestão centralizada. O comportamento em grande escala surge e pode ser desejável, mas todo o sistema deve depender de mecanismos relativamente invisíveis para mantê-lo. Os constituintes não estão sujeitos a uma autoridade de gestão central e não existe um objetivo claro para o SoS. Os sistemas constituintes não necessariamente conhecem uns aos outros. Eles executam suas funcionalidades individuais e o resultado final acaba por ser a soma dos resultados parciais, sem uma intenção clara ou colaboração explícita entre eles. Exemplos notáveis citados na literatura incluem a forma atual da World Wide Web e economias nacionais. Ambos os sistemas são distribuídos fisicamente e gerencialmente. A World Wide Web é ainda mais distribuída do que a Internet, já que ninguém desempenha um controle central, exceto nas primeiras etapas [Maier 1998] [Lane 2013].

É importante destacar que pesquisadores especialistas em SoS têm questionado a taxonomia vigente proposta por Maier em seu artigo seminal de 1998. A existência do SoS *virtual* tem sido contestada, e a taxonomia estaria reduzida apenas aos três primeiros tipos. O tipo virtual seria apenas uma variação um pouco mais desacoplada do tipo *colaborativo*. Ainda não há consenso ou proposta de nova taxonomia. Não obstante, é possível inferir que à medida que o nível de controle gerencial vai diminuindo entre os tipos de SoS, a autonomia dos constituintes para interoperar sem intermédio de uma entidade reguladora aumenta.

Durante muito tempo, a modelagem de SoS foi realizada sob uma perspectiva tradicional centrada em documentos, sofrendo com (i) replicação de informações, (ii) falta de rastreabilidade entre documentos, (iii) inconsistências de informações e regras de negócios e (iv) dificuldades para manusear e pesquisar informações em tais documentos [Paes et al. 2016]. No entanto, ao longo da última década, os engenheiros da SoS aumentaram significativamente a adoção da Engenharia de Sistemas Baseados em Modelos (MBSE), uma abordagem de engenharia de SoS que muda de uma perspectiva documental para uma realidade baseada em modelos, enfatizando o desenvolvimento e adoção de modelos para engenharia de SoS [Ramos et al. 2012]. O MBSE promete (i) uma gestão mais eficaz do conhecimento que pode aumentar a capacidade das partes interessadas para compreender o sistema, bem como seu comportamento e desempenho, (ii) melhor comunicação da equipe, (iii) processos explícitos de decisão sobre questões do sistema, (iv) detecção precoce de erros e omissões, (v) arquitetura de sistemas melhorada, (vi) integridade detalhada do projeto e (vii) rastreabilidade efetiva do projeto. SysML (*System Engineering Modeling Language*), uma extensão da UML (*Unified Modeling Language*), é considerada uma notação padrão central no MBSE [Graciano Neto et al. 2014] [Paes et al. 2016].

SoS frequentemente dão suporte a domínios críticos, ou seja, aplicações em que erros podem causar ameaças à integridade humana, perdas de vidas, ambientais, e financeiras [Graciano Neto 2017]. Neste sentido, é essencial garantir que SoS sejam aplicações baseadas em software com operação confiável e robusta. Em virtude disso, os modelos de desenvolvimento de SoS têm sido intensamente voltados às atividades de verificação e validação (V&V) (formal inclusive, se possível), uma vez que V&V pode reduzir o número de falhas esperadas, proporcionando um nível de confiança suficientemente elevado para ser considerado aceitável para estar disponível no mercado [Graciano Neto et al. 2017b]. Sabe-se que toda atividade de verificação e validação exige algum nível de especificação que possibilite a execução destas atividades. Os modelos de especificação de candidatos para suportar V&V incluem modelos de exigência (tais como modelos de sequência UML, requisitos textuais, diagramas de casos de uso ou diagramas de blocos SysML) ou modelos de arquitetura de software. Qualquer um destes modelos deve ser desenvolvido inicialmente no ciclo de vida SoS para evitar custos elevados devido a retrabalho ou especificação ou implementação errada. Para esse contexto, os modelos arquiteturais parecem ser uma opção melhor para apoiar as atividades V&V, uma vez que inerentemente mantêm a estrutura do SoS, incluindo elementos constituintes, suas relações e dinâmica. Além disso, os modelos arquiteturais são mais ricos em detalhes do que os modelos de requisitos, que podem ser incompletos, imprecisos e rudimentares para suportar um processo V&V confiável.

No que se refere a SoS, uma arquitetura de software engloba a estrutura de software fundamental do SoS, incluindo seus constituintes e conexões entre eles, bem como propriedades sobre seus constituintes e do ambiente [Nielsen, 2015]. As descrições de arquitetura são artefatos tangíveis que expressam essa arquitetura de software [ISO 42010]. Assim, é imprescindível adotar modelos que capturam precisamente tais arquiteturas [Nielsen 2015]. Arquiteturas de software são frequentemente descritas por meio de linguagens de descrição arquitetural (ADL), ou seja, linguagens específicas de domínio especialmente concebidas para a representação de arquiteturas de software [ISO 42010]. A ADL

oferece construções canônicas para especificar adequadamente arquiteturas de software, e muitas vezes são categorizadas em diferentes níveis de formalismo, ou seja, informal (linguagens baseadas em representações de caixa e linhas), semiformal (linguagens com sintaxe bem definida e uma semântica completa) e formal (linguagens com sintaxe e semântica formalmente definidas) [Oquendo 2016].

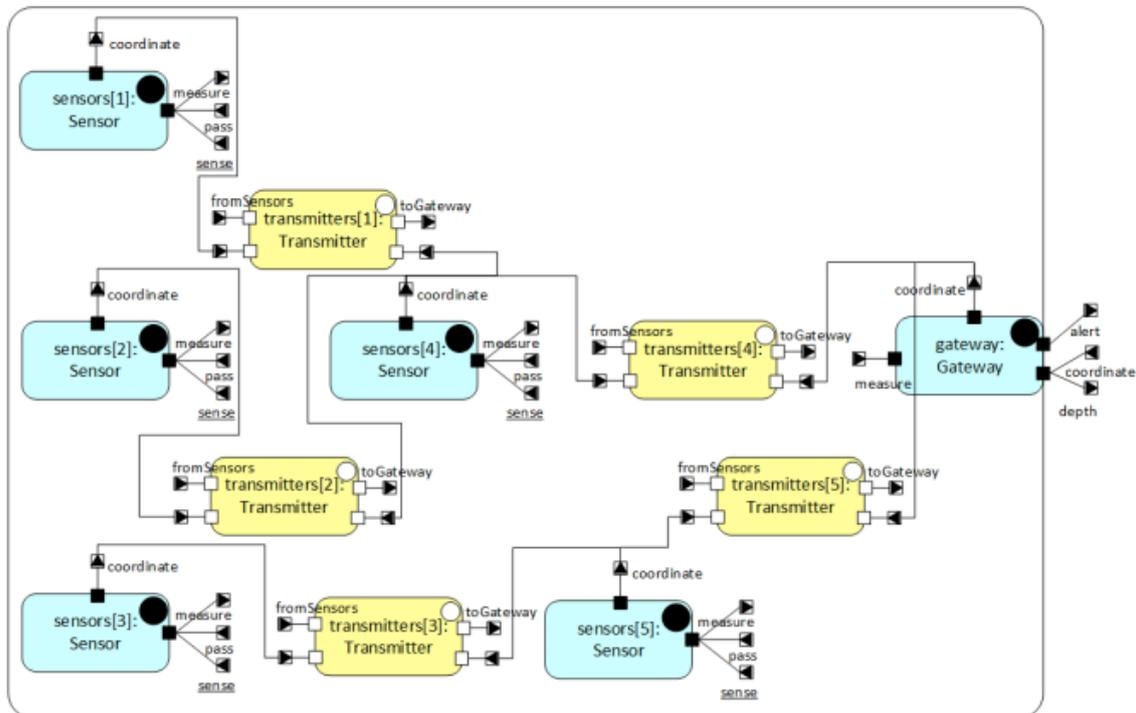


Figura 2.2. Arquitetura concreta de um SoS de monitoramento de enchentes: um exemplo de uma coalizão que satisfaz restrições de uma arquitetura abstrata.
 Fonte: [Oquendo 2016]

Uma nova ADL, chamada SosADL, foi introduzida para descrever arquiteturas de SoS. Ela fornece sintaxe e semântica formalmente definidas para elementos de arquitetura de SoS, incluindo comportamentos emergentes [Oquendo 2016]. SosADL descreve SoS como uma combinação de arquitetura, sistemas e mediadores. Mediadores são elementos da arquitetura que estabelecem comunicação entre dois ou mais constituintes [Wiederhold 1992]. Cada declaração de arquitetura é expressa em termos de seu comportamento intrínseco, tipos de dados e portas, ou seja, abstrações que permitem o estabelecimento de conexões. Uma conexão é estabelecida para receber estímulos ou agir sobre o ambiente, ou simplesmente comunicar com outros constituintes. Mediadores e sistemas, bem como a arquitetura SoS em si também têm portas, tipos de dados e comportamentos. Os sistemas desempenham o papel de constituintes, e são mediados por mediadores. SosADL dá suporte à representação de comportamento emergente por meio de uma coalizão, isto é, uma aliança temporária que permite que os constituintes executem uma ação combinada. Estes comportamentos emergentes são especificados como parte do comportamento da

coalizão, documentando como os constituintes devem interagir para realizar um determinado conjunto de missões³ [Oquendo 2016].

Em SosADL, a descrição da arquitetura de um SoS é especificada em dois níveis: a abstrato (define os possíveis tipos de sistemas constituintes que podem participar do SoS) e concreto (instancia a arquitetura abstrata de acordo com os sistemas constituintes selecionados). A Figura 2.2 traz uma concepção de uma arquitetura de SoS concreta para um SoS de monitoramento de enchentes via sensores, instalado no Rio Monjolinho, em São Carlos, Brasil [Oquendo 2016].

```

architecture WnsMonitoringSosArchitecture() is {...
  behavior coalition is compose {
    sensors is sequence{Sensor}
    gateway is Gateway
    transmitters is sequence{Transmitter}
  } binding {...
    forall{isensor1 in sensors, isensor2 in sensors
      suchthat
        exists{itransmitter in transmitters
          suchthat
            (isensor1 <> isensor2) implies
              unify one{itransmitter::fromSensors}
                to one{isensor1::measurement::measure}
              and unify one{itransmitter::towardsGateway}
                to (one{isensor2::measurement::pass}
                  xor unify one{itransmitter::towardsGateway}
                    to one{gateway::notification::measure}
                )
            }
          }
        // multiplicities are 'one', 'none',
        // 'lone' (none or one),
        // 'any' (none or more),
        // 'some' (one or more), 'all'
      }
    }
  } guarantee {...}
}

```

Figura 2.3. Arquitetura de SoS abstrata descrita em SosADL: descrição da coalizão em termos de ligações intencionais.

Fonte: [Oquendo 2016]

Por sua vez, a Figura 2.3 mostra como uma arquitetura abstrata do mesmo SoS pode ser especificada em SoSADL. Conforme ilustrado na Figura 2.3, uma coalizão pode envolver possivelmente muitos constituintes, exatamente um constituinte do tipo gateway e possivelmente muitos mediadores. Esta coalizão não especifica quais sistemas constituintes existirão em tempo de execução, mas sim quais são os possíveis sistemas que podem existir e quais são as condições necessárias para formar uma coalizão entre os sistemas identificados em tempo de execução para participar do SoS. Da arquitetura abstrata com ligações intencionais descritas acima, podem ser criadas diferentes arquiteturas SoS concretas. Estas arquiteturas SoS concretas resultam da seleção em tempo de execução de possíveis sistemas que podem participar do SoS. No caso do rio Monjolinho, mostrado na Figura 2.2, existem cinco sensores instalados e um *gateway*. Alguns sensores estão muito

³Detalhes adicionais sobre a sintaxe de descrições de arquitetura em SosADL podem ser encontrados em [Oquendo 2016].

longe do *gateway* para transmitir medidas diretamente, precisando executar um *multihop* usando sensores intermediários [Oquendo 2016].

SoS têm sido implementados utilizando uma grande diversidade de plataformas subjacentes. Algumas incluem Sistemas Distribuídos (utilizando plataformas de *middleware* para interoperar seus constituintes), Sistemas de Barramento Empresarial (*Enterprise Bus Systems – EBS*), e Arquitetura Orientada a Serviços (*Service Oriented Architecture – SOA*). Outras plataformas potenciais são as plataformas de *Cloud* e Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), de modo que a última oferece abstrações e serviços alinhados ao que se imagina para SoS. Independentemente da plataforma subjacente escolhida para implementação do SoS, é importante destacar que a simulação é uma etapa essencial na maioria dos processos de desenvolvimento de SoS. As abordagens baseadas em simulação tem auxiliado principalmente no tratamento das propriedades dinâmicas de SoS, tais como arquitetura dinâmica e comportamento emergente [Mittal e Rainey 2015] [Nielsen, 2015], uma vez que simulações (i) apoiam a validação de comportamentos emergentes previstos, (ii) possibilitam a observação de comportamentos emergentes inesperados; (iii) possibilitam a previsão de erros, seu diagnóstico e correção; e (iv) fornecem uma abordagem visual e dinâmica, reproduzindo estímulos que o SoS pode receber do ambiente sem necessariamente estar em operação, poupando custos e reduzindo riscos [Graciano Neto 2016].

Vários projetos têm sido concebidos para a concepção de SoS. Na Europa, os projetos DANSE e COMPASS são expressivos no projeto e desenvolvimento de SoS. DANSE adota SysML para semi-formalmente descrever arquiteturas executáveis e testáveis. COMPASS desenvolveu uma abordagem chamada *Compass Modeling Language (CML)* para modelagem e análise de SoS [Oquendo 2016]. Os grupos de pesquisa START (*Software Architecture Team, ICMC/USP*) e ArchWare (*IRISA/UBSA/França*) são exemplos de grupos de pesquisa expressivos em desenvolvimento e produção de linguagens, ferramentas, e processos para a concepção de SoS na Europa e no Brasil, respectivamente. Investimentos substanciais foram feitos para apoiar a engenharia SoS na Arábia Saudita, que investiu 70 bilhões de dólares em cidades inteligentes, e na África do Sul, que iniciou um projeto de 7,4 bilhões de dólares em cidades inteligentes⁴. No Brasil, o projeto *Rede de Cidades Inteligentes e Humanizadas*⁵ ganha destaque, com objetivo de apresentar um conceito brasileiro do que vem a ser uma cidade inteligente e humana, e também uma proposta de metodologia de trabalho para que, em conjunto com outras instituições, possa organizar a captação de recursos e iniciar um trabalho para efetivar a existência de cidades inteligentes até o ano de 2030.

Além das cidades inteligentes, outros exemplos de SoS incluem o SoS de Observação Global (GEOSS⁶ - *Global Earth Observation System of Systems*), O GEOSS é um conjunto de sistemas coordenados e independentes de observação, informação e processamento que interagem e fornecem acesso a diversas informações para um amplo leque

⁴Keeping Smart Cities Smart: Preempting Emerging Cyber Attacks in U.S. Cities: <http://icitech.org/wp-content/uploads/2015/06/ICIT-Smart-Cities-Brief1.pdf> (2015). Último acesso: Maio de 2017.

⁵Rede Brasileira de Cidades Inteligentes: <http://redebrasileira.org/brasil-2030> (2016). Último acesso: Maio de 2017.

⁶<http://www.earthobservations.org/geoss.php>.

de usuários nos setores público e privado. GEOSS liga esses sistemas para fortalecer o monitoramento do estado da Terra, facilita a partilha de dados e informações ambientais recolhidos a partir da grande variedade de sistemas de observação contribuídos por países e organizações. Esta infraestrutura compreende sistemas de observação, que incluem sensores terrestres, aéreos, aquáticos e espaciais, pesquisas de campo e observatórios de cidadãos; e SI e processamento, que incluem ferramentas de hardware e software necessárias para o manuseio, processamento e fornecimento de dados dos sistemas de observação para fornecer informação, conhecimento, serviços e produtos.

Outro projeto notável é o projeto Rescuer, um SoS para Gerenciamento de Crises e Emergências⁷. O Rescuer desenvolveu uma solução de *crowdsourcing* para apoiar centros emergências e gerenciamento de crises. O foco especial é sobre os incidentes em áreas industriais e em eventos de grande porte. Eventos de grande escala – como a Copa do Mundo de Futebol e os Jogos Olímpicos – exigem preocupação em relação à segurança. Além da enorme infraestrutura de organização de tais eventos, a segurança dos visitantes, em particular, é uma questão central. Um protótipo experimental do Rescuer foi testado na Copa do Mundo de 2014 e usado para os Jogos Olímpicos em 2016. Esta parceria euro-brasileira inclui nove instituições de quatro países (Brasil, Alemanha, Áustria e Espanha), com a coordenação brasileira da Universidade Federal da Bahia (UFBA) e europeia do Instituto Fraunhofer para Engenharia de Software Experimental IESE. O Rescuer é financiado pela União Europeia e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Os parceiros do consórcio Rescuer do lado europeu são: (1) Instituto Fraunhofer para Engenharia de Software Experimental IESE, (2) Centro de Pesquisa Alemão para a Inteligência Artificial (DFKI), (3) Universidad Politécnica de Madrid, (4) VOMATEC International GMBH e (5) FireServ EU. Do lado brasileiro, os parceiros são: (6) Universidade Federal de Bahia (UFBA), (7) Universidade de São Paulo (USP), (8) MTM Informática Serviços Ltda e (9) Comitê de Fomento Industrial de Camaçari (COFIC).

2.6. Relações entre SoS e ECOS

SoS e ECOS são tópicos emergentes de pesquisa com interseção em vários pontos. O primeiro é a preocupação com arquitetura. Outro elemento é a utilização de SoS como a *plataforma* sobre a qual edifica-se um ECOS. Este tipo de plataforma fornece serviços específicos de domínio e gerais a um conjunto de sistemas que precisam interagir para formar um SoS [Maier 1998]. Do ponto de vista do ECOS, uma plataforma SoS pode existir em um ambiente de diferentes níveis de atores, artefatos e relacionamentos para o desenvolvimento de produtos e serviços globalizados, de larga escala e de longo prazo [Santos et al. 2012]. Esses produtos e serviços podem ser desenvolvidos com tecnologias diferentes, onde a integração e a comunicação são cruciais, dado que são sistemas intensivos em software. Além disso, SoS é uma estratégia para alcançar objetivos, oferecendo funcionalidades exclusivas que são resultado de um trabalho colaborativo de um conjunto dinâmico de sistemas existentes [Santos et al. 2014].

Existem algumas semelhanças entre as características de SoS [Maier 1998] e os desafios técnicos do ECOS [Bosch 2009]. Por exemplo, a estabilidade arquitetural necessária para as plataformas ECOS em relação aos seus componentes, serviços e aplicações

⁷<http://www.rescuer-project.org/?lang=pt>.

pode ser comparada com a independência operacional de sistemas constituintes de um SoS. Nesse caso, a integração de sistemas de software e o desenvolvimento baseado em componentes podem ser combinados para oferecer suporte a estratégias para lidar com problemas de interface de programação de aplicativos. Por outro lado, a evolução da plataforma depende diretamente das necessidades e contribuições emergentes da comunidade ECOS, bem como dos ajustes dos modelos de negócios híbridos subjacentes. Como tal, o desenvolvimento evolutivo de SoS deve ter em conta não só as questões técnicas do ambiente, mas também as questões empresariais e sociais. Nesse caso, os modelos de arquitetura SoS devem ser estendidos para lidar com variáveis de contexto baseadas em cadeias de valor e redes sociais. Por fim, o comportamento emergente produzido por sistemas constituintes de um SoS trabalhando em conjunto pode estar relacionado à segurança e confiabilidade do ECOS. A teoria da dinâmica de sistemas pode ser um instrumento útil para simular componentes para melhorar o design da arquitetura do SoS [Santos et al. 2014].

As relações entre ECOS e SoS estão associadas a questões específicas das três dimensões de um ECOS. Um mapeamento realizado sobre o assunto [Jeronimo Junior e Werner 2015] identificou as principais áreas estudadas neste contexto, os possíveis benefícios que um SoS pode obter de empresas e redes sociais e os principais desafios e limitações. O estudo apontou que a maioria das áreas estudadas neste contexto estão ligadas a aspectos técnicos. Como tal, o conceito de arquitetura foi ampliado para o chamado SoS ou plataforma da indústria, a fim de ajudar a compreensão da arquitetura em ECOS. Este tipo de plataforma fornece suporte a um conjunto de sistemas que precisam interagir para formar um SoS [Maier 1998]. Trata-se de sistemas complexos e interdisciplinares cujas funcionalidades e propósitos podem evoluir dinamicamente, englobando vários novos desafios a serem desenvolvidos.

Nesse sentido, os conceitos de SoS virtual e colaborativo têm sido discutidos no contexto da ECOS, permitindo a colaboração de diferentes sistemas e organizações para produzir funcionalidades emergentes. Em SoS colaborativo e virtual, o ECOS é mais valioso porque nessas categorias não há controle estrito sobre os sistemas constituintes. Numa perspectiva de questões sociais e de negócios, um ECOS fornece uma visão organizacional complementar ao desenvolvimento de SoS, que introduz papéis e regras de interação, colaboração e capacidades sinérgicas para seus sistemas constituintes. A partir desta discussão é possível confirmar a existência de muitas semelhanças entre as características e desafios de SoS [Maier 1998] e ECOS [Bosch 2009], que foram levantados na pesquisa realizada por Santos et al. (2014).

Conforme mencionado, a evolução da plataforma depende diretamente das necessidades e contribuições emergentes da comunidade ECOS, bem como dos ajustes dos modelos de negócios híbridos subjacentes. Exige uma modelagem explícita dos papéis em diferentes organizações e das regras que regem suas interações internas e externas em relação a cada organização, por exemplo, quando uma organização colabora com terceiros independentes [Jeronimo Junior & Werner 2015]. Assim, o desenvolvimento evolutivo do SoS também deve levar em conta questões sociais, e não apenas as questões técnicas do ambiente. Nesse sentido, os modelos de arquitetura SoS devem ser estendidos para lidar com variáveis de contexto baseadas em cadeias de valor e redes sociais.

2.7. O Prenúncio dos Sistemas de Sistemas de Informação (SdSI)

Sistemas de Sistemas de Informação (SdSI) são um tipo particular de SoS formados por SIs, que foram formados devido à crescente tendência de cooperação entre empresas distintas, combinando esforços para oferecer funcionalidades mais complexas. Eles são uma especialização da ideia de Sistemas de Sistemas (SoS). Um SdSI pode ser criado dinamicamente através de alianças entre vários software de SI, interoperando para criar valor para seus proprietários e para clientes que se beneficiam da parceria resultante. Exemplos dessa tendência são as Organizações Virtuais, que compreendem várias organizações distintas que se reúnem espontaneamente, trabalhando em cooperação (incluindo combinando seus SI) no contexto de um projeto executado por tempo pré-determinado. Movimentos como Clean Web, em que software de rede social e tecnologia da informação são articulados para resolver problemas relacionados com restrições de recursos naturais, também representam tendências em SdSI [Graciano Neto 2016]. Processos de negócio flexíveis e inter-organizacionais podem ser estabelecidos entre SI constituintes de um SdSI [Graciano Neto et al. 2017a].

O termo SdSI apareceu na década de 1990 [Carlsson e Stankiewicz 1991], sendo lembrado recentemente [Majd et al. 2015] [Saleh e Abel 2015]. Sob essa perspectiva, a SdSI exibe uma forte natureza empresarial, Saleh e Abel resumem que o SdSI deveria [Saleh e Abel 2015]: (i) estar preocupado com o fluxo de informação e conhecimento entre diferentes IS; (ii) abordar o impacto das inter-relações entre diferentes SdSI (SdSI como constituintes); (iii) ser responsável pela geração de informações do SdSI emergente; e (iv) abordar a interoperabilidade da informação como uma questão-chave. SdSI são formados por vários IS que combinam suas capacidades. As organizações virtuais são uma potencial instância de negócios suportada pelo SdSI. Eles compreendem várias organizações distintas que se reúnem espontaneamente, trabalhando cooperativamente (incluindo seus sistemas) no contexto de um projeto específico por um período de tempo bem definido, como seis meses ou dois anos, deixando o SdSI depois disso [Graciano Neto et al. 2017b].

A interconexão de SIs para conseguir uma funcionalidade mais complexa não é um tópico novo [Carlsson e Stankiewicz 1991] [Wiederhold 1992] [Breschi e Malerba 1997]. De fato, esses arranjos de SI foram construídos ao longo das últimas décadas com diferentes nomes e finalidades distintas. Sistemas Complexos, Sistemas Ultra-Grandes e Sistemas de Informação Federados [Graciano Neto et al. 2014] são alguns exemplos que emergiram ao longo das décadas para representar classes de sistemas intensivos em software formados por um conjunto de SI. A principal diferença entre um SdSI e esses outros tipos de sistemas é o nível de independência de seus sistemas constituintes. O constituinte ainda exibe uma operação independente ao não contribuir para a realização de missões globais [Falkner et al. 2016], enquanto SI Federados e outras classes que combinam SI muitas vezes têm SI exclusivamente dedicados aos objetivos dos sistemas maiores.

SdSI herda peculiaridades de SoS. SoS (e SdSI como consequência) não devem ser, necessariamente, uma estrutura permanente, mas um fenômeno desencadeado por algum estímulo. Em outras categorias de sistemas que são montados com sistemas pré-existentes, esses sistemas são projetados para serem integrados como parte de um novo

sistema complexo ou são projetados/refatorados para serem parte permanente de um sistema maior. Constituintes não são necessariamente concebidos para fazer parte de um SdSI, e eles também têm uma existência independente. Nesse sentido, há requisitos distintos que devem ser cumpridos em relação aos constituintes: eles devem ser projetados para interoperar entre eles (como outros grandes sistemas semelhantes fazem), mas eles também precisam ter uma existência independente. No entanto, SdSI deve ser confiável, bem como SoS. Eles são obrigados a lidar com a dinâmica da arquitetura, exigindo que outro constituinte trabalhe quando falhar e auto-adaptando sua estrutura para manter a realização de uma missão mesmo quando eventos externos ameaçam a estabilidade do SdSI [Graciano Neto et al. 2017b]. Abordagens dirigidas a processos de negócio (BPM) têm sido investigadas devido a seu potencial para complementar as notações de especificação em missões (tais como mKAOS) em SdSI [Graciano Neto et al. 2017].

Exemplos incluem a abordagem de Tu et al., em que os autores relatam a criação de um SdSI formado por sistemas de informação empresariais [Tu et al., 2011], como destacado em uma revisão de literatura que versa sobre o uso de modelos e abordagens dirigidas por modelos em SoS [Graciano Neto et al. 2014]. Organizações Virtuais também se valem de SdSI para possibilitar seu trabalho.

2.8. O Advento das Relações entre ECOS e SdSI (EcoSdSI)

SI são frequentemente definidos em termos de software, hardware, pessoas, processos, políticas etc. Cada SI tem esses elementos intrínsecos e os seus limites são, às vezes, difíceis de identificar. Geralmente eles funcionam apoiados em software. Por sua vez, Ecossistemas de Software (ECOS) também costumam ser definidos em termos de software (a plataforma), hardware, pessoas, políticas etc. Desta forma, vemos uma linha tênue entre os dois conceitos e conjecturamos que, inerentemente, cada SI tem em volta de si, um ECOS próprio.

Visivelmente, SdSI tem uma forte natureza empresarial e desenvolvimento dos constituintes se torna orientado a negócio. O desafio aqui é como lidar com a complexidade de descrever, desenvolver e operar o SdSI e um ECOS que emerge dele, considerando seus atributos intrínsecos – complexidade da estrutura, abertura, necessidade de equilíbrio e regulação e diferentes níveis de previsibilidade do comportamento – e alcançar seus objetivos de negócios desejados.

Devido à sua natureza, o SdSI detém um negócio completo, envolvendo fornecedores, clientes, parceiros e plataformas tecnológicas que atuam como uma tecnologia principal que apoia esse negócio. Em seguida, percebemos que a associação entre diferentes SI gera diretamente a associação entre suas respectivas ECOSs, criando um ECOS principal/novo que compreende o comportamento emergente resultante da associação de seus diferentes objetivos de negócios em um novo e comum.

As ligações de interoperabilidade entre as diferentes SI devem ser estabelecidas para criar novas funcionalidades e para explorar ou criar oportunidades de negócio. Isso acontece como resultado de alianças inter-organizacionais e cooperação. Suponha que cada uma das organizações que compõem este consórcio possua uma plataforma de SI diferente. O SdSI lida apenas com os aspectos técnicos. Outros elementos notáveis, como metas de negócios, agentes, cadeias de valor e relações produção/consumo não são

cobertos pela dimensão técnica SdSI. Como resultado, conjecturamos que, para o SdSI, emergem dimensões empresariais e sociais, criando, por definição, um ECOS que envolve cada SI que está incluído no contexto de um SdSI. De fato, estes ECOSs estão relacionados pela interoperabilidade que existe entre cada constituinte. Como resultado, esse fenômeno cria um ECOS inteiro que envolve todo o SdSI e envolve outros ECOSs internos que são inseridos nesse contexto. Assim, criamos como consequência um EcoSdSI (ou SdSI ECOS), isto é, *um ECOS formado pelos ECOSs internos e que envolvem cada constituinte que compõe um SdSI*.

Um exemplo para o exercício da visão EcoSdSI está presente no domínio do governo e da democracia eletrônica. As instituições públicas têm diferentes SI e bases de dados que precisam ser integradas para fornecer serviços eficazes aos cidadãos; por exemplo, os SI de identificação civil podem ser integradas ao SI da polícia e/ou ao sistema de saúde pública para criar um SdSI com funcionalidades inovadoras. Além disso, cada SI pode ser mantido dentro de um ECOS específico envolvendo fornecedores, desenvolvedores, legislação, auditores, cidadãos etc. Suas relações variam dependendo das necessidades de negócio e/ou de novos procedimentos ou mudanças na legislação. As exigências de transparência e responsabilização colocam um agente diferente neste ecossistema: o cidadão. Adicionalmente, companhias poderiam desenvolver novos SI capazes de acessar dados abertos fornecidos por instituições públicas para fomentar a participação cidadã na tomada de decisões pública, integrando transparência e participação efetiva da população na governança pública. Neste sentido, um SdSI formado pelos SI individuais que dão acesso a estas novas funcionalidades constitui todo um novo ECOS, formando o que concebe-se como EcoSdSI, explorando o ecossistema anterior para culminar em novos comportamentos, resultados e inovação. Olhar esta cena sob a perspectiva do EcoSdSI pode ajudar a desenvolver uma visão mais ampla desses arranjos do ecossistema, potencial de novos negócios, comportamentos emergentes e inovação.

2.9. Considerações Finais

Este trabalho apresentou os fundamentos de conceitos importantes para o desenvolvimento de SI nos próximos anos: SoS e ECOS. Adicionalmente, as discussões foram estendidas, cobrindo as potenciais relações entre ambos os tópicos, o advento dos SoS formados por SI, chamados de SdSI, bem como as possíveis relações que poderão ser estabelecidas entre os campos de investigação de ECOS e SdSI. Exemplos de cada um dos elementos principais foram apresentados e uma provocação foi feita sobre a possível caracterização das relações entre os elementos considerados.

Agradecimentos

Agradecemos em particular aos pesquisadores profa. Dra. Elisa Yumi Nakagawa, prof. Dr. Flavio Oquendo, e Ma. Lina Garcés pela colaboração e insumos provenientes de trabalhos que precedem este material. Ademais, o primeiro autor agradece pelas explanações vanguardistas dos dois primeiros pesquisadores sobre muitos dos conceitos apresentados, uma vez que estes podem ser considerados pioneiros na investigação, contribuição científica e avanços em SoS e SdSI no Brasil e no mundo.

2.10. Referências

- Araújo, R., Magdaleno, A. (2015) “Ecosistemas Digitais para o Apoio a Sistemas de Governo Abertos e Colaborativos”. In: Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Goiânia, Brasil.
- Bertalanffy, L.V. (2015) “General System Theory: Foundations, Development, Applications”. George Braziller Inc.
- Boardman, J., Sauser B. (2006) “System of systems - the meaning of of”. In: Proceedings of the SOSE, Los Angeles, USA.
- Boley, H., Chang, E. (2007) “Digital Ecosystems: Principles and Semantics”.
- Bosch, J. (2009) “From Software Product Lines to Software Ecosystem”. In: Proceedings of 13th International Software Product Line Conference, San Francisco, USA.
- Breschi, S., Malerba, F. (1997) “Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries”. In: Proceedings of the DRUID Conference on National Innovation Systems, Industrial Dynamics and Innovation Police, Rebuild, Denmark, pp. 130-156.
- Bryans, J., Payne, R., Holt, J., Perry, S. (2013) “Semi-formal and formal interface specification for system of systems architecture”. In: Proceedings of the SysCon 2013, Orlando, USA, pp. 612-619.
- Carlsson, B., Stankiewicz, R. (1991) “On the nature, function and composition of technological systems”. *Journal of Evolutionary Economics* 1(2):93-118.
- Dahmann, J.S., Jr., G.R., Lane, J.A. (2008) “Systems engineering for capabilities”. *CrossTalk Journal - The Journal of Defense Software Engineering* 21(11):4-9.
- Dahmann, J., Baldwin, K.J., Jr., G.R. (2009) “Systems of systems and net-centric enterprise systems”. Technical Report, MITRE Corporation, Loughborough University (<http://www.acq.osd.mil/se/docs/SoS-and-NC-Systems-CSER2009.pdf>).
- Dhungana, D. et al. (2010) “Software Ecosystems vs. Natural Ecosystems: Learning from the Ingenious Mind of Nature”. In: Proceedings of the European Conference on Software Architecture (Companion Volume), Copenhagen, Denmark, pp. 96-102.
- Falkner, K., Szabo, C., Chiprianov, V., Puddy, G., Rieckmann, M., Fraser, D., Aston, C. (2016) “Model-driven performance prediction of systems of systems”. *Journal on Software and Systems Modeling*, Springer.
- Graciano Neto, V.V., Guessi, M., Oliveira, L.B.R., Oquendo, F., Nakagawa, E.Y. (2014) “Investigating the model-driven development for systems-of-systems”. In: Proceedings of the 2nd International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems, Vienna, Austria, pp. 22:1-22:8.
- Graciano Neto, V.V. (2016) “Validating emergent behaviours in systems-of-systems through model transformations”. In: Proceedings of the ACM SRC-MODELS, St. Malo, France.

- Graciano Neto, V.V. (2017) “A model-based approach towards the building of trustworthy software-intensive systems-of-systems”. In: Proceedings of the ICSE 2017 (Companion Volume), Buenos Aires, Argentina. (To appear).
- Graciano Neto, V.V., Cavalcante, E., El-Hachem, J., Santos, D. (2017a) “On the Interplay of Business Process Modeling and Missions in Systems-of-Information Systems”. In: Proceedings of the SESoS/WDES@ICSE 2017, Buenos Aires, Argentina. (To appear).
- Graciano Neto, V.V., Paes, C.E., Garcés, L., Guessi, M., Oquendo, F., Nakagawa, E.Y. (2017b) “Stimuli-SoS: A model-based approach to derive stimuli generators in simulations of software architectures of systems-of-systems”. Journal of the Brazilian Computer Society. (Submitted).
- IEEE (2007) “Inaugural IEEE International Digital Ecosystems and Technologies Conference: 2007” (<http://www.ieee-dest.curtin.edu.au/2007/index.php>).
- Jansen, S., Finkelstein, A., Brinkkemper, S (2009) “A sense of community: A research agenda for software ecosystems”. In: Proceedings of the 31st International Conference on Software Engineering, Vancouver, Canada, pp. 187-190.
- Jeronimo Junior, H., Werner, C. (2015) “A Systematic Mapping on the Relations between Systems-of-Systems and Software Ecosystems”. In: Anais do CBSOft – WDES 2015, Belo Horizonte, Brasil, pp. 65-72.
- Lane, J.A. (2013) “What is a System of Systems and Why Should I Care?”. Technical Report, University of Southern California.
- Laudon, K.C., Laudon J.P. (2016) “Management Information Systems”. Pearson Education.
- Maier, M.W. (1998) “Architecting principles for systems-of-systems”. Systems Engineering 1(4):267-284.
- Majd, S., Marie-Hélène, A., Alok, M. (2015) “An Architectural Model for System of Information Systems”. In: OTM 2015 workshops, Rhodes, Greece, pp. 411-420.
- Manikas, K. (2016) “Revisiting Software Ecosystems Research: A Longitudinal Literature Study”. The Journal of Systems and Software 117(2016):84-103.
- Mittal S., Rainey, L. (2015) “Harnessing Emergence: The Control and Design of Emergent Behavior in System of Systems Engineering”. In: Proceedings of the SCSI, San Diego, USA, pp. 1-10.
- Moore, J.F. (1996) “The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems”. Harper Business.
- Nielsen, C.B., Larsen, P.G., Fitzgerald, J., Woodcock, J., Peleska, J. (2015) “Systems of Systems Engineering: Basic Concepts, Model-Based Techniques, and Research Directions”. ACM Computing Surveys 48(2):18:1-18:41.
- Oquendo, F. (2016) “Formally Describing the Software Architecture of systems-of-systems with SosADL”. In: Proceedings of the International Conference on Systems-of-Systems Engineering (SOSE), Kongsberg, Norway, pp. 1-6.

- Paes, C.E.B., Graciano Neto, V.V., Oquendo, F., Nakagawa, E.Y. (2016) “Experience report and challenges for systems-of-systems engineering: a real case in the Brazilian defense domain”. In: Anais do CBSOft – WDES 2016, Maringá, Brasil.
- Pérez, J., Díaz, J., Garbajosa, J., Yague, A., Gonzalez, E., Lopez-Perea, M. (2013) “Large-scale smart grids as system of systems”. In: Proceedings of the First International Workshop on Software Engineering for Systems-of-Systems, New York, USA, pp. 38-42.
- Ramos, A.L., Ferreira, J.V., Barcelo, J. (2012) “Model-based Systems Engineering: An Emerging Approach for Modern systems”. IEEE Transactions On Systems Man Cybernetics Part C-applications Rev. 42(1):101-111.
- Saleh, M., Abel, M.H. (2015) “Information Systems: Towards a System of Information Systems”. In: Proceedings of the 7th International Conference on Knowledge Management and Information Sharing, Lisbon, Portugal, pp. 193-200.
- Santos, R., Werner, C., Barbosa, O., Alves, C. (2012) “Software ecosystems: trends and impacts on software engineering”. In: Proceedings of the XXVI Brazilian Symposium on Software Engineering, Natal, Brazil, pp. 206-210.
- Santos, R., Gonçalves, M., Nakagawa, E.Y., Werner, C. (2014) “On the relations between systems-of-systems and software ecosystems”. In: Anais do CBSOft – WDES 2014, Maceio, Brasil, v. 2, pp. 58-62.
- Silva, E., Batista, T., Cavalcante, E., Oquendo, F. (2016) “Bridging Missions and Architecture in Software-Intensive Systems-of-Systems”. In: Proceedings of the ICECCS 2016, pp. 201-206.
- Smith, T.M., Smith, R.L. (2012) “Elements of Ecology”. Benjamin Cummings.
- Tu, Z., Zacharewicz, G., Chen, D. (2011) “Harmonized and reversible development framework for HLA based interoperable application”. In: Symposium on Theory of Modeling and Simulation (M&S), San Diego, USA.
- Wiederhold, G. (1992) “Mediators in the architecture of future information systems”. Computer 25(3):38-49.

Capítulo

3

Gestão de Projetos de SI com *Project Model Canvas*

Mônica Mancini, Edmir P. V. Prado

Abstract

Scientific literature and publications in the IS field have highlighted numerous project cases that exceed the financial resources and have delays, or do not deliver the functionality originally specified. Project Model Canvas has been adopted by several organizations to reduce these problems. In this context, this study aims to describe and apply the concepts of project management in information systems (IS), using this method. Project Model Canvas method uses concepts of project management, neuroscience and design thinking to simplify the elaboration of a project plan. It allows to improve the performance and results of IS projects as well as facilitates project governance process.

Resumo

Tanto a literatura científica como as publicações voltadas à área de SI têm destacado inúmeros casos de projetos que excedem os recursos financeiros e os prazos estipulados, ou não entregam as funcionalidades originalmente especificadas. O Project Model Canvas tem sido adotado por várias organizações para reduzir esses problemas. Dentro desse contexto, este estudo tem como objetivo apresentar e aplicar os conceitos de gestão de projetos em sistemas de informação (SI), utilizando essa metodologia. A metodologia Project Model Canvas utiliza conceitos de gerenciamento de projetos, neurociência e Design Thinking para simplificar a elaboração de um plano de projeto. Ela permite melhorar o desempenho e os resultados de projetos de SI, bem como facilita o processo de governança dos projetos.

3.1. Introdução

Nas últimas décadas, o mundo vem passando por grandes e aceleradas transformações sociais, culturais, políticas, tecnológicas e econômicas devido às redefinições geopolíticas e do avanço científico e tecnológico. Neste cenário de grandes mudanças, o acirramento e a competitividade no mercado cresce no ambiente empresarial, o que força constantes inovações dos seus produtos, serviços e processos, para garantirem sua sobrevivência e vantagem competitiva das empresas [Mancini 1999]. Em resposta a essas mudanças, a área de gerenciamento de projetos tem tido um papel de destaque nas empresas. Os projetos que agregam valor aos negócios, precisam ser gerenciados de forma eficaz, eficiente e com efetividade para promover benefícios à organização.

O acirramento e a competitividade empresarial estão impulsionando as organizações adotarem boas e novas práticas de gestão de projetos para melhorar seu desempenho de forma ágil, porém com controle [Mancini 2014]. O planejamento de projeto convencional devido a sua abrangência está pouco adaptado à realidade na maioria das organizações para atender a essas mudanças de forma ágil, e ao funcionamento da mente humana.

Desta forma, surge o Project Model Canvas (PMC) que é modelo no qual as partes interessadas participam para conceber a lógica do projeto [Finocchio Junior 2013]. O PMC utiliza os conhecimentos da neurociência e *Design Thinking* (DT), que facilita a elaboração do plano do projeto de forma colaborativa e lógica de um projeto, sem perder a sua essência conceitual.

Dentro desse contexto, o objetivo geral deste estudo é apresentar a aplicação do PMC em projetos de sistemas de informação (SI). Para a consecução deste objetivo o estudo foi dividido em quatro tópicos. O primeiro tópico apresenta duas abordagens para o gerenciamento de projetos – tradicional e ágil. O segundo tópico apresenta os conceitos do DT, que foram a base para o desenvolvimento do PMC. O terceiro tópico apresenta os conceitos do PMC e também um exemplo de sua aplicação. Por último são apresentadas as vantagens e desvantagens do PMC, no quarto tópico, e no quinto tópico são feitas as conclusões do trabalho.

3.2. Gerenciamento de Projetos

Um projeto é definido como uma série de atividades relacionadas que visam gerar uma saída principal e necessitam de um período para sua realização [Davis, Aquilano e Chase 2001]. Cada projeto é único, temporário, necessita de recursos e visa atender a um cliente com determinada entrega [Guimarães e Mattos 2005]. O projeto pode ser dividido em fases, que são um conjunto de atividades relacionadas com o intuito de concluir uma entrega. As fases podem ser relacionadas entre si de diferentes formas [PMI 2013]: (1) relação sequencial, que indica que uma fase é seguida por outra, sendo que a primeira deve ser totalmente concluída antes do início da próxima; e (2) relação sobreposta, que indica que a atividade iniciada mais tarde pode iniciar antes do término da atividade anterior, criando uma sobreposição nas fases.

As fases quando relacionadas formam uma cadeia de processos a serem seguidos para o andamento do projeto [PMI 2013]. Este conjunto de fases é conhecido como ciclo de vida de projeto, que pode ser classificado em:

- (1) **Preditivos.** São aqueles nos quais o escopo, o tempo e o custo exigidos para a entrega do projeto são definidos o mais cedo possível.
- (2) **Iterativos e incrementais.** São aqueles em que fases do projeto repetem atividades do projeto, conforme evolução do entendimento do produto. Cada iteração adiciona funcionalidades ao produto final do projeto e durante cada uma delas todas as atividades da gestão de projetos são executadas, concluindo uma entrega ao final.
- (3) **Adaptativos.** São projetados para reagir a altos níveis de mudança e envolvimento contínuo das partes interessadas. Estes ciclos são iterativos e incrementais, mas com iterações muito rápidas (normalmente levam de duas a quatro semanas), mantendo-se fixos os recursos e o tempo.

Há também a preocupação com o tipo de projeto que será gerenciado. Projetos de desenvolvimento de SI, por exemplo, possuem um teor técnico relacionado aos sistemas em construção. Isto faz com que o gerenciamento de tais projetos esteja diretamente relacionado à técnica utilizada, como por exemplo, os modelos de desenvolvimento de SI [Sene 2010]. Por essa razão, devem-se aplicar formas de gerenciamento condizentes com as necessidades e tipo dos projetos a se gerenciar. A seguir são apresentadas duas diferentes abordagens para gerenciamento de projetos: tradicional e ágil.

3.2.1. Gerenciamento Tradicional de Projetos

O PMI (Project Management Institute) instituiu uma série de boas práticas na área de gerenciamento de projetos consolidadas em um guia denominado PMBOK (Project Management Body of Knowledge), o qual possui diretrizes para o gerenciamento de projetos [PMI 2013]. O PMBOK é dividido em dez áreas de conhecimento que são necessárias no gerenciamento de projetos:

- (1) **Integração:** é a área do conhecimento responsável pela conexão de todos os elementos do projeto de forma que tudo se desenvolva de forma organizada e conforme planejado.
- (2) **Escopo:** tema central deste trabalho, é a área de conhecimento que garante que todo o trabalho exigido, e somente este, seja aplicado para a completude do projeto.
- (3) **Tempo:** trata do cumprimento de atividades para atendimento do prazo estipulado para o projeto. É importante definir atividades, sequenciá-las, estimar recursos para executá-las, estimar duração de cada uma das atividades, desenvolver e controlar o cronograma.
- (4) **Custos:** agrega processos de planejamento, estimativa, orçamento e controle de custos, de modo que o projeto possa ser terminado dentro do orçamento aprovado. O gerenciamento de custos é possibilitado através de planejamento, estimação dos custos, determinação do orçamento e controle.

- (5) **Qualidade:** é importante para garantir que as expectativas em relação ao projeto sejam atendidas e pode utilizar diversas normas para estabelecer um padrão. Deve haver um planejamento de qualidade, além de garantia e controle da qualidade.
- (6) **Recursos humanos:** pessoas são essenciais para o sucesso do projeto e seu gerenciamento é fundamental para uma devida definição de funções, responsabilidades e relações hierárquicas do projeto em relação a tais recursos, criando um plano de gerenciamento de pessoal.
- (7) **Comunicação:** garante que todos os principais envolvidos e processos troquem informações de forma a garantir a integração e esclarecimentos necessários para o sucesso do projeto.
- (8) **Riscos:** podem representar ameaças ou oportunidades que, quando ocorrem, influenciam de forma negativa ou positiva o projeto. Para lidar com os riscos há o gerenciamento de riscos, que envolve planejamento, identificação de quais são esses riscos, análise quantitativa e qualitativa destes, planejamento de resposta, monitoramento e controle.
- (9) **Aquisições:** descreve a área de conhecimento que trata de compras e aquisições de produtos, serviços ou resultados importantes para a realização do projeto. Deve haver um planejamento de compras, aquisições e contratações, seleção de fornecedores, administração e encerramento de contratos.
- (10) **Partes interessadas:** garante que sejam mapeadas todas as pessoas que possam ter interesse no projeto e seus resultados.

Para cada uma das áreas de conhecimento apresentadas o PMBOK [PMI 2013] estabelece grupos de processos padronizados, por meio dos quais o projeto pode evoluir em cada uma das áreas de conhecimento. Os grupos de processos são:

- (1) **Iniciação:** preparação para andamento da fase do projeto em questão.
- (2) **Planejamento:** definição e refinamento de objetivos, definindo como o projeto deve seguir.
- (3) **Execução:** garantia de que o planejamento realizado na fase anterior ocorra conforme esperado, integrando os recursos necessários para tal.
- (4) **Monitoramento e controle:** identificação de variações do gerenciamento, providenciando ações corretivas ou replanejamentos, conforme necessário.
- (5) **Encerramento:** formalização da aceitação, concluindo uma fase, iniciando uma próxima, caso exista, ou até mesmo concluindo o projeto como um todo.

Essa abordagem para o gerenciamento de projetos ficou conhecida como “tradicional”, por ter sido amplamente utilizada em diversas áreas e tipos de projetos, por muito

tempo. É baseada em uma visão processual e propõe grande enfoque em planejamento, sendo uma abordagem preditiva na qual se espera algum conhecimento prévio do que virá a acontecer ao longo do projeto [Sene 2010].

As atividades do gerenciamento de projetos estão presentes ao longo de todo o ciclo de vida do desenvolvimento de tal SI. As boas práticas apresentadas pelo PMBOK [PMI 2013] podem ser aplicadas neste tipo de projeto, sendo recomendadas principalmente quando o Modelo Cascata de desenvolvimento de SI é utilizado. Com o aparecimento de novos modelos, como a abordagem ágil [Chin 2004], a adoção das orientações do PMBOK apresentou algumas incompatibilidades [Sene 2010].

Dado os ambientes de grande dinamicidade nos quais os projetos de SI estão envolvidos, há inclusive menção de que o gerenciamento tradicional de projetos não se mostrou plenamente efetivo para projetos de desenvolvimento de SI [Dias 2005]. Projetos de SI que lidem com metodologias ágeis de desenvolvimento se apresentam como projetos que exigem maior flexibilidade e é importante observar que alterações no gerenciamento de tais projetos se fazem necessárias. Com isso, os modelos ágeis que surgiram para o desenvolvimento de SI se estenderam para o gerenciamento de projetos, dando origem ao gerenciamento ágil de projetos [Sene 2010].

3.2.2. Gerenciamento Ágil de Projetos

A abordagem ágil de gerenciamento de projetos tem foco no objetivo final do projeto e auxilia no gerenciamento de projetos que envolvam alto grau de incertezas [Highsmith 2004]. Ela traz flexibilidade, simplicidade e entregas em períodos menores de tempo, resultando em um produto final construído iterativamente [Cohn e Ford 2003].

Assim, o gerenciamento de projetos para desenvolvimento com metodologias ágeis permite adaptações nas formas de trabalho propostas pelo gerenciamento tradicional de projetos, principalmente no que diz respeito ao gerenciamento de escopo [Angioni et al. 2006].

A equipe deve trabalhar em grupos reduzidos e próximos ao cliente final, de forma que os requisitos a serem incluídos nas entregas parciais sejam avaliados em conjunto e as decisões a respeito sejam tomadas de forma colaborativa entre todos os envolvidos; conforme diretrizes dos métodos ágeis de desenvolvimento de SI. O gestor do projeto, neste momento, atua como facilitador [Nerur, Mahapatra e Manglaraj 2005].

Highsmith (2004) descreve como as diretrizes do manifesto ágil se aplicam ao gerenciamento de projetos:

- (1) **Respostas às mudanças é mais importante que o seguir um plano:** no gerenciamento ágil de projetos, mais do que absorver alterações pontuais nos projetos, é importante haver uma completa aceitação de mudança seja de qual aspecto for [Chin 2004].
- (2) **Entrega de produtos está acima da documentação:** a documentação não deve ser desvalorizada no gerenciamento ágil de projetos, mas a entrega concreta é aquilo que pode ser avaliado pelo cliente e por toda a equipe do projeto, portanto é mais importante e deve ser priorizada. A documentação, entretanto,

é importante para apoiar o processo e garantir o gerenciamento do conhecimento da equipe e da instituição como um todo.

- (3) **Priorização da colaboração do cliente à negociação de contratos:** Considerando o cliente como aquele que utilizará as entregas do projeto para efetivamente agregar valor à instituição, é importante que haja um relacionamento direto, claro e bem estabelecido entre o cliente e a equipe do projeto, sem que isso ocorra pela obrigatoriedade de arranjos contratuais, por exemplo.
- (4) **Mais indivíduos e interações do que processos e ferramentas:** processos e ferramentas devem ser utilizados para guiar e aumentar a eficiência do gerenciamento de projetos, entretanto o essencial é que haja pessoas qualificadas para utilizá-los. Assim, é importante que haja grande auto-organização das pessoas envolvidas no projeto, além de autodisciplina e garantia de que utilizarão as ferramentas e processos conforme necessário.

Além dessas diretrizes é cabe destacar que há características importantes [Highsmith 2004] para que haja um bom processo de exploração, que possibilite o desenvolvimento da visão do futuro, que é importante para o gerenciamento ágil de projetos [Chin 2004]:

- (1) **Inovação contínua:** entregas que agreguem valor ao negócio de forma diferenciada, atendendo aos requisitos dos clientes;
- (2) **Adaptabilidade do produto:** as entregas devem estar preparadas para atender necessidades futuras com pouco ou nenhum esforço adicional;
- (3) **Tempo de entrega reduzido:** maior velocidade nas entregas realizadas é importante para manter a agilidade nesta forma de gerenciamento de projetos;
- (4) **Capacidade de adaptação de processo e pessoas:** as características dos modelos ágeis envolvem mudanças em ambientes dinâmicos, que têm de ser compreendidas e aceitas pelas equipes dos projetos, estabelecendo processos que sejam compatíveis com tais mudanças;
- (5) **Resultados confiáveis:** as entregas devem ser confiáveis, agregando valor conforme esperado e garantindo o crescimento da instituição.

É importante que o gerenciamento ágil de projetos tenha um ciclo de vida que suporte as orientações apresentadas anteriormente [Chin 2004]. Para isso, um projeto típico de gerenciamento ágil de projetos deve possuir uma etapa inicial, seguida por vários ciclos nos quais são planejados escopo, prazo, custo e qualidade, resultando em entregas incrementais [Udo e Koppensteiner 2003].

Cruz (2013) apresenta uma abordagem de gerenciamento ágil de projetos na união de PMBOK com SCRUM. Trata-se de um exemplo sobre como projetos que utilizam as metodologias ágeis de desenvolvimento de SI podem receber um gerenciamento embasado em boas práticas, apesar de os processos serem flexibilizados e acompanharem a agilidade da metodologia proposta; nesse caso, o SCRUM.

3.3. *Design Thinking*

Design Thinking (DT) está se tornando um tema importante na área de processos de negócios em todo o mundo e algumas universidades estão incorporando cursos de *Design Thinking* em seus programas. O movimento DIY (*Do It Yourself*) – faça você mesmo – está ganhando força, ou seja, a disciplina pessoal de “fazer as coisas” está ganhando terreno em áreas de prototipagem, novas tecnologias e inovação [Dresselhaus 2011].

DT é uma abordagem que busca a solução de problemas de forma coletiva e colaborativa, em uma perspectiva de empatia máxima com as partes interessadas (*stakeholders*). Essa abordagem permite criar empatia em um contexto de resolução de um problema. Os *stakeholders* são colocados no centro do desenvolvimento de um projeto, propiciando criatividade na geração de soluções para um dado contexto. O processo consiste em tentar mesclar a experiência, as habilidades e competências dos *stakeholders* com a finalidade de obter uma definição mais completa na solução de problemas, na identificação de barreiras e na geração de alternativas.

Essa abordagem parte do levantamento das reais necessidades do cliente e se torna especialmente interessante para lidar com problemas complexos Hussaini e Vinnakota (2015), destacam que as metodologias atuais para lidar com projetos e programas estão focadas na execução das estratégias organizacionais usando uma abordagem analítica. Por outro lado, projetos e programas estão se tornando mais complexos e exigindo novas abordagens. Como consequência, uma abordagem sistemática precisa ser adotada para superar os desafios dos profissionais de gerenciamento de projetos e programas. Hussaini e Vinnakota (2015) argumentam que ambas as abordagens – a analítica atualmente em uso e a abordagem baseada em DT – precisam ser usadas para obter sucesso no gerenciamento de projetos e programas.

Segundo Adler *et al.* (2011), um processo de DT pode ser dividido, mas não sequenciado, em três fases:

- (1) **Imersão.** Dividida em duas partes – preliminar e em profundidade. Na imersão preliminar o problema é entendido a partir de um enquadramento e de pesquisas. Nesta etapa, os mais diversos atores do processo são identificados, além do escopo e limites do projeto, fornecendo insumos para a etapa seguinte, a de imersão em profundidade. Esta última etapa, inicia-se com um projeto de pesquisa, seguido de uma exploração do contexto do problema, a partir de dados coletados. Dessa forma, cria-se insumos para a fase de análise e síntese.
- (2) **Análise e síntese.** Os dados coletados na fase de imersão são submetidos a uma fase de análise e síntese. Eles são organizados para criar padrões identificáveis, dentro de uma lógica que permita a compreensão do problema em questão.
- (3) **Ideação (*ideation*).** O perfil do público alvo é definido, a partir de ideias inovadoras para um tema do projeto em questão. Nesta fase, além da equipe envolvida no projeto, outros *stakeholders* são incluídos de forma a obter várias perspectivas e um resultado mais rico e diverso. Sessões de co-criação com

os *stakeholders* geram ideias livres de julgamentos de valores, permitindo o debate de ideias.

- (4) **Prototipação.** Nesta fase ideias abstratas ganham conteúdo formal e material, de forma a representar a realidade capturada. E apesar de ser apresentado como fase final do processo de DT, esta fase pode permear todo projeto, de forma a acontecer simultaneamente com a imersão, análise e síntese, e ideação.

3.4. Project Model Canvas

3.4.1. Conceito

O PMC é um modelo visual em que o gerente de projetos coordena um brainstorming com os membros da equipe e o cliente para a construção do Plano de Projeto de forma colaborativa (Figura 3.1). O objetivo do PMC é fornecer uma ferramenta prática para a organização das ideias, de forma clara e objetiva e que torne todo o processo compreensível rapidamente. Essa metodologia facilita o envolvimento dos stakeholders na concepção e planejamento do projeto, melhorando o alinhamento com o negócio. O PMC propõe ser um instrumento de implementação das melhores práticas do Guia PMBOK® [Finocchio Júnior, 2013].

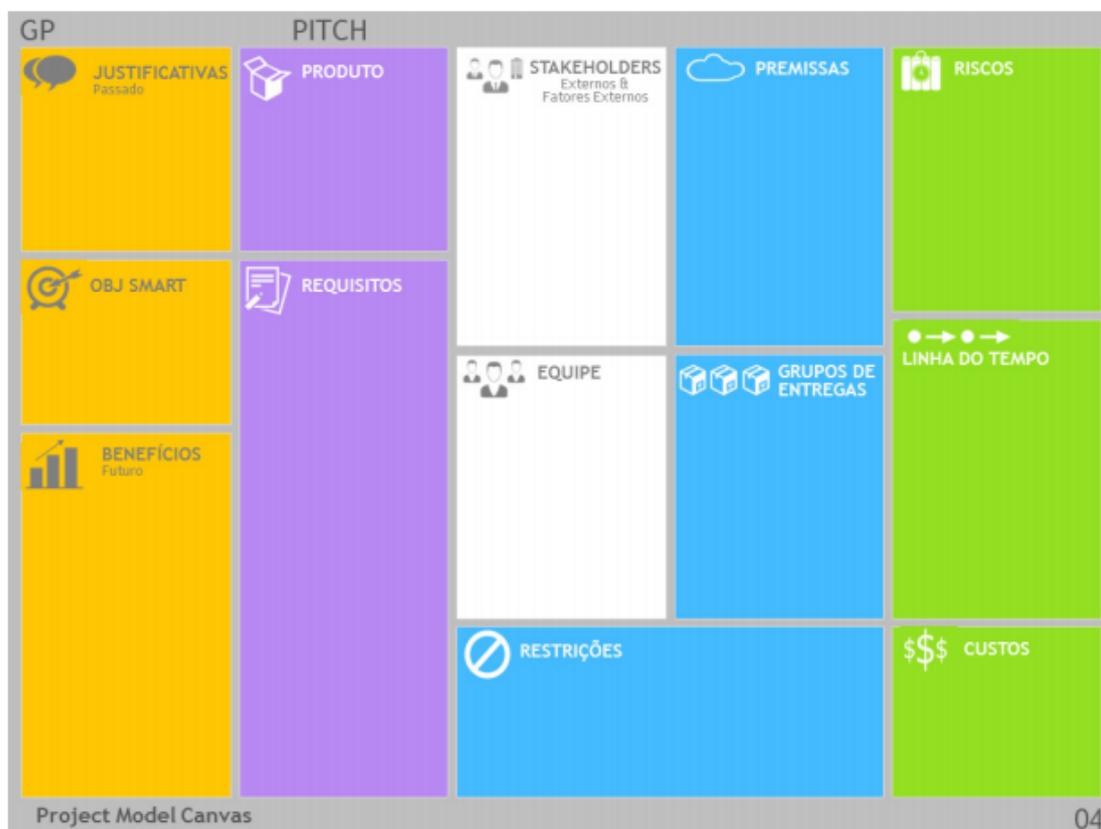


Figura 3.1. Tela do *Project Model Canvas*
Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.2. Taxonomia

A taxonomia do PMC é composta pelos seguintes itens [Finocchio Junior 2013]:

- (1) **Canvas.** É um espaço considerado como um modelo mental para a prototipagem do projeto e pode ser reajustado várias vezes (Figura 3.1).
- (2) **Perguntas fundamentais.** São perguntas que definem o projeto de maneira que qualquer um o entenda. A partir das respostas das perguntas antecessor, torna-se mais fácil responder as perguntas sucessoras (Figura 3.2).

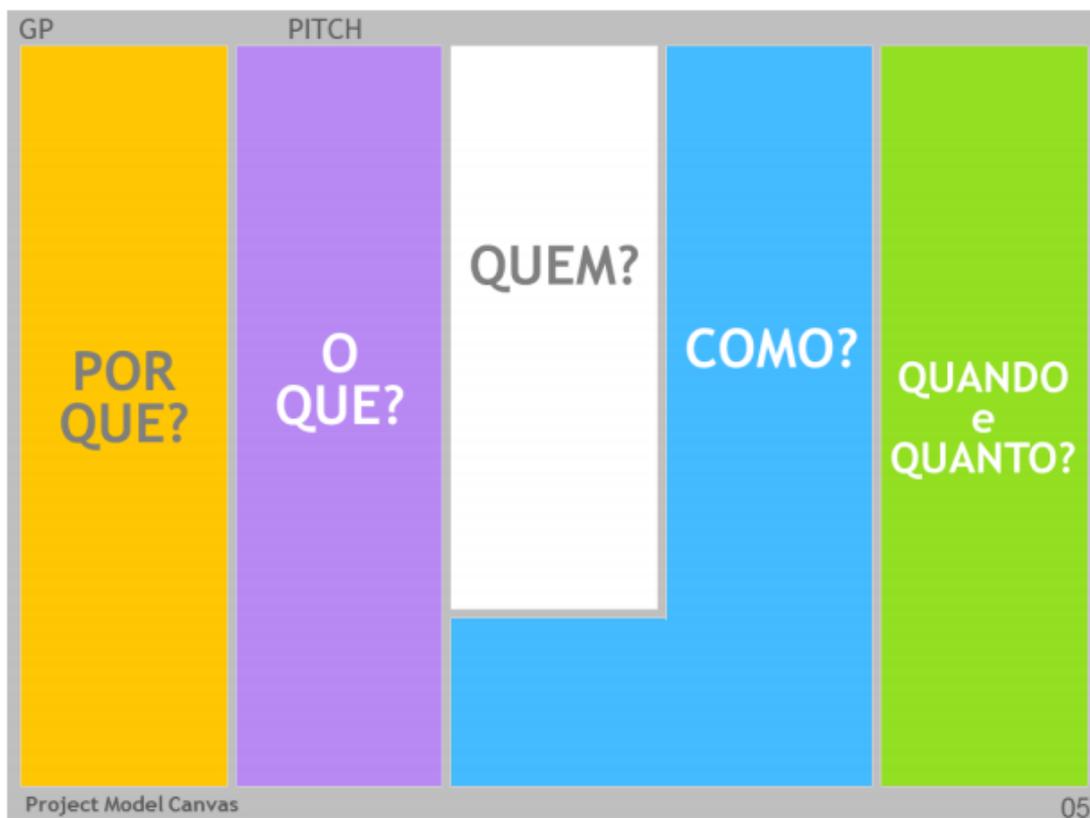


Figura 3.2. Questões a serem respondidas no *Project Model Canvas*

Fonte: Finocchio Junior (2013)

- (3) **Componentes.** São conceitos clássicos de gerenciamento de projetos. Os componentes são: justificativa, objetivo, benefícios, produto, requisitos, stakeholders externos, fatores externos, equipe, premissas, grupos de entrega, restrições, riscos, linha do tempo e custos.
- (4) **Posts.** Sentenças curtas escritas em cada post-it e que servem para preencher cada componente com informações específicas do projeto (Figura 3.3).



Figura 3.3. Exemplo no preenchimento no *post*
Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.3. Metodologia do *Project Model Canvas*

O PMC é uma metodologia para planejar projetos de forma visual e colaborativa. O projeto é planejado em uma folha de papel de tamanho A1 e dividida em 13 blocos ou componentes. As informações são escritas em post-its e coladas em uma área denominada canvas (representada pelo papel no formato A1), que proporciona um modelo mental de fácil compreensão entre as partes envolvidas. Esta metodologia obedece quatro etapas: conceber, resolver, integrar e compartilhar, conforme ilustrado na Figura 3.4.



Figura 3.4. Metodologia do *Project Model Canvas*
Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.3.1. Conceber

Nesta etapa deverá ser identificado o nome do gerente de projetos e o nome do projeto em uma frase curta (*pitch*). Para ilustrar as etapas do PMC utilizou-se como exemplo

um projeto de emagrecimento e o gerente do projeto será a própria pessoa que quer realizar o projeto de emagrecimento. O preenchimento dessas informações no canvas está representado na Figura 3.5 – GP: Eu; Pitch: Projeto Eu Magro.

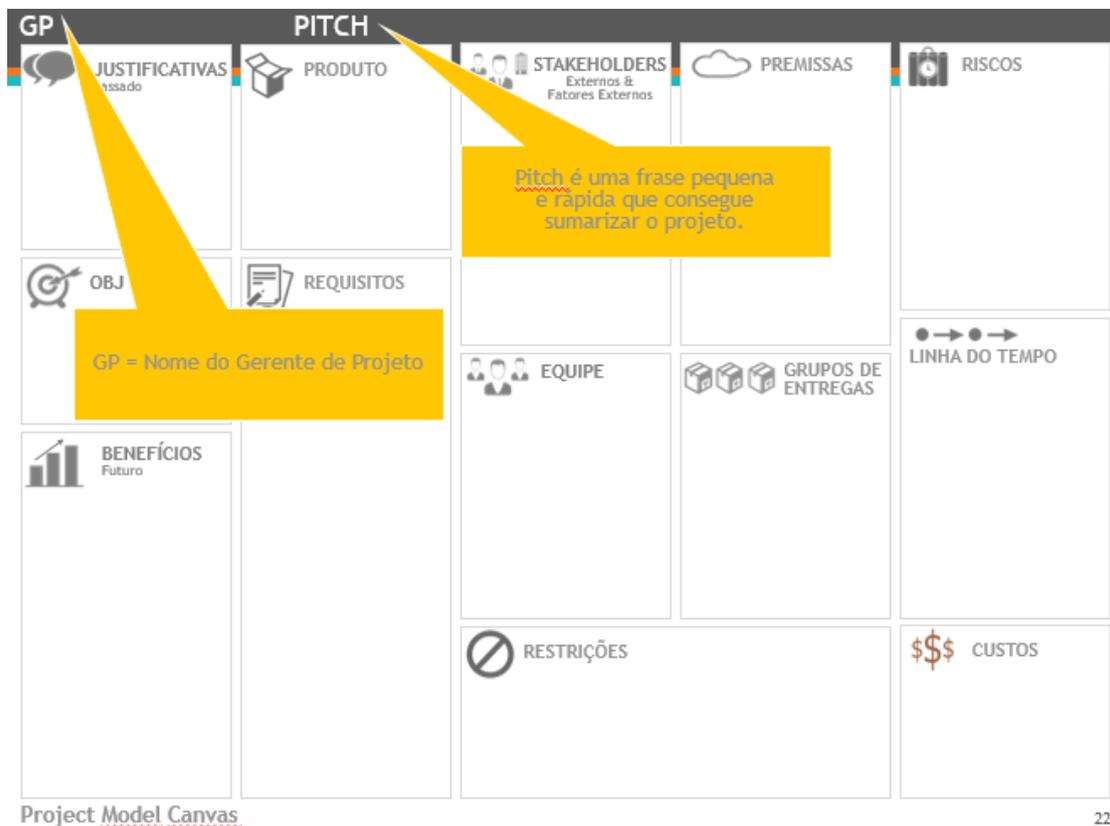


Figura 3.5. Nome do gerente de projetos e *pitch*
Fonte: Finocchio Junior (2013)

Também deverão ser respondidas seis perguntas fundamentais para a elaboração do plano do projeto e em uma ordem específica.

3.4.3.1.1 Por que fazer o projeto?

Esta pergunta engloba três componentes do bloco de cor laranja, que ficam à esquerda no canvas (Figura 3.1 e Figura 3.6):

- (1) **Justificativa.** São os problemas atuais sofridos pela organização ou as oportunidades ainda não exploradas. Descreve as “dores” sentidas na situação atual ou passada da organização ou cliente. Também poderá ser: oportunidades não exploradas, demanda do mercado, demanda legal, avanço tecnológico, melhoria de processo, novo produto, solicitação de um cliente, entre outros. Deverá ser escrito uma justificativa em um post-it.

- (2) **Objetivo SMART.** São os objetivos do projeto a serem alcançados, ou seja, a finalidade para se utilizar os esforços e recursos disponíveis, e o empenho de todos. Deve ser escrito em um post-it e obedecer às regras SMART:
- **Específico (*Specific*):** utiliza-se qualificadores e adjetivos suficientes para elucidar o projeto, ou seja, devem ser específicos, claros, concisos e fáceis de entender;
 - **Mensurável (*Measurable*):** descreve-se de forma quantitativa o esforço necessário ou os resultados principais para que sejam passíveis de serem avaliados;
 - **Alcançável (*Achievable*):** indica que ele pode ser realizado com competências ao alcance da organização e, portanto, estão em consonância com todos os envolvidos;
 - **Realista (*Realist*):** são realistas, tangíveis e mostram que haverá tempo e recursos suficientes para realizar o projeto;
 - **Temporal (*Time-framed*):** são estabelecidos considerando um limite temporal bem definido – data de conclusão.
- (3) **Benefício.** São as melhorias e o valor agregado que o projeto produzirá. Devem ser quantificáveis e mensurados após a finalização do projeto com o objetivo de verificar se o resultado projeto. Os benefícios devem resolver os problemas apontados no bloco Justificativa. Escreve-se cada benefício em um post-it, de preferência com critérios quantificáveis, para posteriormente mensurar o êxito do projeto. Utiliza-se uma escala verbal para julgar o grau de contribuição do projeto no objetivo estratégico. Pode ser uma escala de sete pontos do tipo de Likert: muito alta, alta, entre média e alta, média, entre média e baixa, baixa e muito baixa.

3.4.3.1.2 O que o projeto produz?

Esta pergunta engloba dois componentes do bloco, da cor roxa, que é o segundo bloco a partir da esquerda no canvas (Figura 3.1 e Figura 3.7):

- (1) **Produto.** É o produto gerado pelo projeto e que será entregue ao cliente. Pode ser um produto, um serviço ou um resultado exclusivo. Neste espaço deve-se escrever em apenas um post-it, pois geralmente se trará de um único produto.
- (2) **Requisitos.** São as informações que o cliente comunica para a equipe do projeto sobre o que é necessário no projeto, bem como suas expectativas em relação ao mesmo. A equipe deverá elaborar uma lista com os principais componentes e funções do produto. Destaca-se ainda, que os requisitos podem ser classificados em funcionais e não funcionais. Recomenda-se colocar os post-its de requisitos em ordem de importância: da maior para a menor.



Figura 3.6. Porque fazer o projeto?
Fonte: Finocchio Junior (2013)



Figura 3.7. O que o projeto produz?
Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.3.1.3 Quem trabalha no projeto?

Esta pergunta engloba três componentes do bloco, da cor branca, que é o bloco central no *canvas* (Figura 3.1 e Figura 3.8):

- (1) **Stakeholders externos.** São todas as pessoas ou organizações envolvidas de forma direta ou indireta e podem influenciar de forma positiva ou negativa o projeto. Os *stakeholders* externos são pessoas que não trabalham diretamente no projeto, mas que requerem uma atenção especial do gerente de projeto. Essas pessoas são, por exemplo, o cliente do projeto, o patrocinador e as demais pessoas que fogem da esfera de controle do gerente de projeto. O cliente do projeto é aquele que receberá o produto, serviço ou resultado exclusivo gerado pelo projeto. O patrocinador é o responsável em prover os recursos financeiros e apoio ao projeto. Outros *stakeholders* podem ser: órgãos do

governo, organizações não governamentais, demais instituições, entre outros. Um *post-it* deverá ter apenas um *stakeholder*.

- (2) **Fatores externos.** São os fatores que de alguma maneira poderão afetar o planejamento do projeto de maneira significativa. Exemplos: comportamento da economia, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade ou produtividade de uma determinada tecnologia, disponibilidade de recursos, normas regulatórias, características culturais onde o projeto será implantado, entre outros. Um *post-it* deverá ter apenas um fator externo.
- (3) **Equipe.** Representa todas as pessoas que trabalham no projeto e que desempenham algum papel nele. Ou seja, a equipe que deve ser liderada pelo gerente do projeto. Neste momento, é melhor representar no *canvas* o papel desempenhado pelos membros da equipe.



Figura 3.8. Quem trabalha no projeto?

Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.3.1.4 Como vamos entregar o projeto?

Esta pergunta engloba três componentes do bloco, da cor azul, que é o segundo bloco a partir da direita no canvas (Figura 3.1 e Figura 3.9):



Figura 3.9. Como vamos entregar o projeto?

Fonte: Finocchio Junior (2013)

- (1) **Premissas.** São suposições assumidas como verdadeiras no plano do projeto em relação aos componentes que não estão sob o controle e a influência do

gerente do projeto. As premissas, quando aprovadas pelos *stakeholders*, protegem o gerente do projeto, pois garantem que as estimativas de tempo e de custo só serão consideradas se as premissas se tornarem verdadeiras. Toda premissa gera um risco, ou seja, dela não se tornar verdadeira. Porém, são muito úteis para estabelecer as condições iniciais para viabilizar um projeto. Deve-se inscrever uma premissa em cada *post-it*.

- (2) **Grupo de entregas.** São as partes menores e tangíveis do produto final, que garantem que o projeto seja concluído. As entregas devem ser também mensuráveis e verificáveis. Os especialistas podem participar da equipe do projeto, contribuindo para a definição das entregas. Devem ser identificadas as entregas mais relevantes, reunindo-as em grupos de entrega. O agrupamento das entregas simplifica a visão dos *stakeholders* sobre o andamento do projeto. Recomenda-se colocar um *post-it* para cada entrega. As entregas deverão ser escritas por ordem de execução, para facilitar a elaboração da linha do tempo.
- (3) **Restrições.** São limitações que o projeto deve atender, ou seja, são impostas ao projeto. Elas restringem a liberdade da equipe para realizar o trabalho do projeto e afetam o seu desempenho. Por outro lado, o atendimento das restrições ajuda a evitar riscos. Deve-se preencher um *post-it* para cada restrição

3.4.3.1.5 Quando o projeto será concluído e Quanto custará?

Esta pergunta engloba três componentes do bloco, da cor verde, que é o bloco mais à direita no *canvas* (Figura 3.1 e Figura 3.10):

- (1) **Riscos.** São as incertezas que podem afetar os objetivos do projeto. Os riscos podem ser positivos, que representam oportunidades ao projeto, ou podem ser negativos, o que representa uma ameaça ao projeto. A equipe do projeto deverá identificar os riscos globais e os riscos específicos do projeto. Na construção do *canvas*, deverá ser identificado a categoria do risco mais relevantes: global ou específico. Se o risco for global, informar a categoria do risco no *post-it*. Os riscos específicos do projeto devem ser descritos por meio de suas causas e efeitos.
- (2) **Linha do tempo.** É definida por meio do julgamento das pessoas que estão elaborando o *canvas* referente as datas de compromisso das entregas do projeto e não representa uma precisão absoluta de quando as entregas serão feitas para o cliente. Recomenda-se no preenchimento deste bloco, dividir a linha do tempo do projeto em quatro partes iguais, entre a data de início e data de término do projeto, reordenando os grupos de entrega em uma sequência de entregas e colar *post-its* pequenos em cada uma das partes da linha do tempo indicando quando a entrega será disponibilizada
- (3) **Custos.** Os custos são estimados por grupos de entrega em ordens de grandeza. No custo total é adicionado um valor como reserva de contingência, que

se refere aos custos dos riscos conhecidos. Para simplificar pode-se estruturar os custos por entregas e decompor por mão-de-obra, material (hardware e software) e serviços de terceiros.



Figura 3.10. Quando o projeto será concluído e Quanto custará?

Fonte: Finocchio Junior (2013)

3.4.3.2. Integrar

Nesta etapa, deverá ser garantido a consistência entre os blocos do *canvas* e o estabelecimento da integração entre os mesmos, ou seja, juntar os componentes do *canvas* de modo que eles façam sentido ao se relacionarem uns com os outros. O PMC fornece um protocolo de integração composto por um conjunto de verificações predeterminadas e que

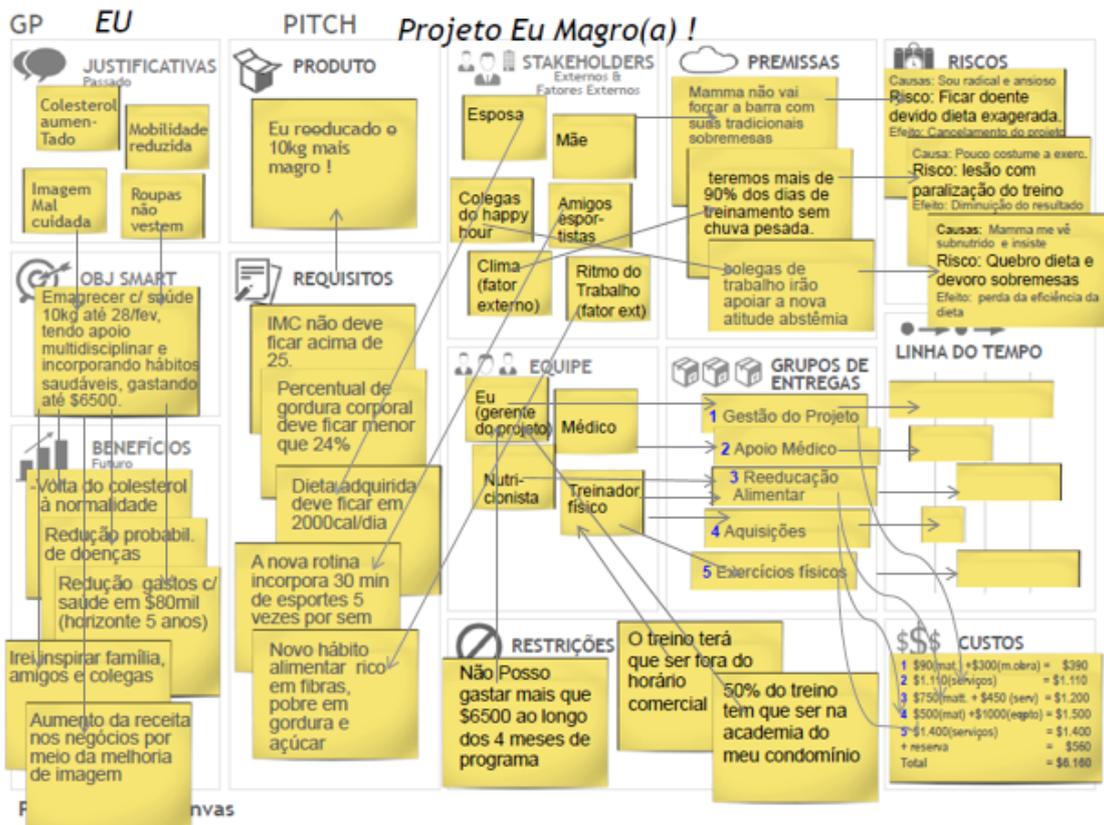


Figura 3.11. Integração dos componentes
Fonte: Finocchio Junior (2013)

são feitas em uma sequência. Cada passo corresponde a uma pergunta principal que pode provocar alterações no plano do projeto, dependendo da resposta (Figura 3.11).

Os oito passos a serem seguidos, respondendo as questões são:

- (1) **Os pontos mencionados nas justificativas são sanados?** Verifica-se se os pontos descritos nas justificativas são sanados e os problemas que deram origem ao projeto são solucionados. Para isso, deve-se verificar se os benefícios descritos endereçam os problemas mencionados na justificativa.
- (2) **O objetivo definido é necessário e suficiente?** Aqui é verificado se o objetivo definido é suficiente para atingir os benefícios destacados. Além disso, é importante verificar se todos os pontos destacados no objetivo são realmente necessários para obter os benefícios.
- (3) **Todos os requisitos têm proprietário (pelo menos um stakeholder) e definem o produto?** Neste passo são verificados se os requisitos estão claramente descritos e se se eles definem o produto. Algumas indagações podem ser feitas e ajudam a realizar este passo. Por exemplo, se: cada requisito definido refere-se ao produto; e os requisitos permitem uma boa especificação do produto (7Cs), ou seja, uma especificação Clara e não-ambígua, Completa, Correta, Compreensível, Consistente, Concisa e Confiável.

- (4) **Estão subordinados ao projeto aqueles que precisam estar?** Neste passo acontece a análise da equipe do projeto. É preciso verificar se o patrocinador tem interesse e poder em apoiar o projeto. Além disso, é importante fazer uma análise geral sobre as habilidades e competências dos membros da equipe em relação a cada uma das entregas do projeto.
- (5) **Obteve-se convergência formulando premissas válidas?** Faz-se a análise das premissas e se verifica se elas representam o contexto e a abrangência do projeto. Além disso, é o momento de verificar se estão bem descritas e tratam de forma adequada as condições externas do projeto.
- (6) **As limitações aplicáveis ao trabalho estão identificadas na forma de restrições?** Verificar se não faltam restrições a serem incluídas e se as restrições listadas representam efetivamente limitações impostas ao trabalho do projeto.
- (7) **Os riscos cobrem o que já se sabe do projeto e vislumbram o que ainda não se sabe?** Este passo visa identificar se os riscos que foram descritos no *canvas* são suficientes em relação ao que já se sabe do projeto. É possível antever cenários mais incertos nos quais ainda não há uma identificação do impacto e de sua probabilidade de ocorrência?
- (8) **O cronograma e o orçamento estão orientados por entregas?** Aqui se verifica se o cronograma e o orçamento estão orientados às entregas. É necessário garantir que estes estejam alinhados entre si.

É importante avaliar o protocolo de integração e entender a lógica do *canvas*, a fim de produzir um plano adequado e realista, para que seja bem aceito e aprovado.

3.4.3.3. Resolver

Esta etapa tem por objetivo identificar pontos em que a elaboração do *canvas* está falho, por questões de indefinições, falta de informação, contradições durante a sua elaboração, entre outras. O método PMC denomina esta situação de indefinição de “nó”. A etapa de resolução do projeto pode ser realizada de forma semelhante à etapa denominada *Conceber*.

Ao analisar o projeto, os envolvidos na construção do *canvas* poderão solucionar os nós a partir do seguinte roteiro:

- (1) **Identificação do nó.** Nesta etapa procura-se caracterizar com um nível de detalhe maior qual é o problema que impede a concepção do plano. Para isso pode-se verificar se as seguintes definições estão corretas: porquê do projeto; o que será produzido; quem irá trabalhar; como o trabalho será realizado; e se as definições em relação ao cronograma e custos estão alinhadas com as definições anteriores.

- (2) **Questões não resolvidas.** Problemas não resolvidos na etapa anterior devem ser apresentadas para um nível hierárquico superior na organização, na qual se possa discutir propostas alternativas.
- (3) **Atualização do canvas.** As decisões geradas a partir das soluções dos nós devem ser atualizadas no *canvas*.

Os problemas encontrados nesta fase e característicos de projetos de sistemas de informação podem se relacionar a fatores humanos e de gerenciamento [Prado, Castro e Albuquerque 2010]. Como consequência, cabe verificar questões relacionadas aos *stakeholders*, tais como, o cliente não tem definições claras sobre os objetivos do projeto, há resistência por parte de alguns *stakeholders*. Questões relacionadas à equipe também são importantes de serem verificadas, tais como, especificações feitas em relação às entregas, definições de riscos, prazos e custos. Por último, deve-se verificar questões mais gerais relacionadas ao gerenciamento do projeto, tais como, recursos alocados, apoio do patrocinador, autoridade e influência do gerente de projetos, entre outras. Ou seja, nesta etapa procura-se reconhecer possíveis falhas na concepção do projeto e propor alternativas para solucioná-las.

3.4.3.4. Comunicar e Compartilhar

No final do processo, o plano do projeto visual estará disponível para os *stakeholders* e poderá ser utilizado como entrada para a elaboração de outros documentos, tais como, cronogramas, apresentações do projeto ou até mesmo o plano de projetos formal.

3.5. Vantagens e Limitações do *Project Model Canvas*

O PMC é uma ferramenta de planejamento do projeto, que contribui para a estruturação das entregas necessárias de uma forma lógica e sequencial. Como a sua construção é de forma colaborativa e visual, permite divergir e convergir opiniões, criando assim, um entendimento comum entre todos os envolvidos, a fim de criar um plano de projeto de sucesso. O PMC não foi criado para ser uma ferramenta para a gestão de projetos e não pode ser utilizado para esse fim [Costa 2014; Finocchio Junior 2013].

As vantagens do uso do PMC possibilitam: uma maior integração da equipe; apresentação e unificação das informações mais relevantes para o projeto; resolução pontual de dificuldades; compartilhamento e unidade das informações; desburocratização do planejamento do projeto; melhora da comunicação e do alinhamento de todos os envolvidos direta ou indiretamente com o projeto; e facilita a identificação de inconsistências e riscos do projeto [Costa 2014; Finocchio Junior 2013].

Por outro lado, o PMC apresenta limitações. Ele não permite o planejamento das atividades em nível mais detalhado e pouco ou nenhum controle sobre a execução do projeto. Além disso, há a ausência de processos e modelos para as demais fases do projeto, bem como de ferramentas para monitoramento e controle do projeto.

3.6. Conclusão

As organizações atuam em um contexto altamente competitivo. A agilidade, a facilidade de adaptação e a capacidade de oferecer novos produtos e serviços tornam-se grandes desafios e em alguns casos são pré-requisitos para a sobrevivência das organizações. Em resposta a essas exigências, os processos de gerenciamento de projetos tornam-se primordiais. Isto porque, as exigências por projetos elaborados de forma mais ágil e com custos menores, aliado às constantes mudanças tecnológicas, contribuem para a busca por inovação na forma de planejar e executar as atividades de um projeto. Dentro desse cenário, se faz necessário criar novas formas ágeis de planejamento aliado aos desafios organizacionais. Neste sentido, o PMC preenche parte dessa lacuna, pois trata-se de um modelo colaborativo de planejamento de projetos de alto nível, que força a colaboração e discussão das ideias, de forma ágil, sequencial e aliado as boas práticas de gerenciamento de projetos.

3.7. Referências

- Adler, I., Lucena, B., Russo, B. e Vianna, M. e Vianna, Y. (2011). "Design Thinking: Inovações nos Negócio", MJV Press.
- Angioni, M. et al. (2006). Integrating XP project management in development environments. *Journal of Systems Architecture*, New York, v. 52, n. 11, p. 619-626, 2006.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). "NBR 21500:2012 - orientações sobre gerenciamento de projetos". Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). "ISO 10006:2003 - quality management – guidelines to quality in project management". Rio de Janeiro, 2003
- Chin, G. (2004). "Agile Project Management: how to succeed in the face of changing project requirements". New York: Amaxon, 2004.
- Cohn, M., Ford, D. (2003). Introducing an agile process to an organization. *IEEE Computer Magazine*, Florida, 36(6), 74-78.
- Costa, A. P. A (2014). "Planejar projetos com o uso da metodologia PMC". Instituto de Educação Tecnológica: Pós-graduação Especialização em Gestão de Projetos.
- Cruz, F. "Scrum e PMBOK: unidos no gerenciamento de projetos". Rio de Janeiro: Brasport, 2013.
- Davis, M. M., Aquilano, N. J. e Chase, R. B. (2001). "Fundamentos da administração da produção". Porto Alegre: Bookman.
- Dias, M. V. B. (2005). "Um novo enfoque para o gerenciamento de projetos de desenvolvimento de software". São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. Dissertação (Mestrado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. 212 p.
- Dresselhaus, B. (2011). "Exciting New Trends in Design Thinking". ICSE'11, May 21–28, Waikiki, Honolulu, HI, USA.
- Finocchio Junior, José. (2013). "Project Model Canvas". São Paulo: Editora Campus, 2013.

Highsmith, J. (2004). "Agile Project Management: creating innovative products". Boston: Addison-Wesley.
IX Workshop de Teses e Dissertações em Sistemas de Informação, Florianópolis, SC, 17 a 20 de Maio de 2016

Hussaini, S. W. and Vinnakota, T. (2015). Application of Systemic Design Thinking for Program Management. TENCON 2015 IEEE, Nov 1-4, Macao, China.

Mancini, M. (2014). "Gerenciamento de Projetos", Fundamentos de sistemas de informação, Prado, E. P. V. e Souza, C. A, São Paulo, Editora Elsevier.

Mattos, J. L. e Guimarães, L. S. (2005). "Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática". São Paulo: Saraiva.

PMI (2013). "A guide de Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 5th Edition". Newton Square, PA: PMI.

Prado, E. P. V., Castro, R. P. S. e Albuquerque, J. P. (2010). Barreiras na implantação de sistemas de informação em uma instituição de saúde: a importância dos fatores humanos e de gerenciamento. Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace, 1(1), 1-13.

Nerur, S., Mahapatra, R. e Mangalaraj, G. (2005). Challenges of Migrating to Agile Methodologies. Communications of the ACM, 48(5), 72-78.

Sene, P. F. (2010). "Gerenciamento ágil de projetos". Dissertação (Pós-Graduação em Gerência de Projetos com ênfase nas Práticas do PMI) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 63 p.

Udo, N. e Koppensteiner, S. (2003). Will agile development change the way we manage software projects? In: PMI Global Congress, Pennsylvania, EUA.

Organização:



Afiliado à:



Cooperação:



Fomento:



Patrocínio Prata:



Apoio:

