



Um estudo sobre a adoção de APIs: caso do Sistema de Informação de Experimentos da Embrapa (SIExp)

Isaque Vacari¹
Daniel Rodrigo de Freitas Apolinário²
Leonardo Ribeiro Queiros³

Resumo

Com o avanço tecnológico, várias organizações estão criando e expondo suas Application Programming Interface (APIs) para lidar com problemas de integração entre sistemas e reuso de dados, bem como para criar novos negócios. Embora a adoção de APIs em organizações não seja um assunto exatamente novo, o conhecimento sobre a aplicação dessa abordagem no contexto da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) é limitado. Assim, esse estudo tem como objetivo entender e ampliar o que se sabe sobre adoção de APIs em produtos de software da Embrapa. Para isso, examinou-se a adoção de APIs no Sistema de Informação de Experimentos da Embrapa (SIExp), incluindo a estratégia de API implementada, os problemas e desafios enfrentados, bem como os benefícios alcançados a partir dessa abordagem. Os resultados demonstraram que as APIs aceleraram o processo de integração e facilitaram o reuso de dados entre os diferentes sistemas “conectados” ao SIExp – permitindo ao SIExp ter múltiplos canais de acesso (web, dispositivos móveis, etc) consumindo o mesmo conjunto de funcionalidades, regras e dados. Por fim, o uso de boas prá-

ticas e técnicas de modelagem e desenvolvimento de APIs, a modelagem dos dados das APIs acontecendo a partir do ponto de vista dos consumidores, bem como a capacitação com profissionais experientes foram vistas como sendo as recomendações fundamentais para a adoção de APIs.

Introdução

Recentemente, sistemas computacionais têm sido desenvolvidos com suporte para várias plataformas tecnológicas, incluindo os dispositivos móveis (tablets e smartphones com os sistemas operacionais Android e iOS) e a plataforma web. Do ponto de vista tecnológico, as *Application Programming Interface* (APIs⁴) têm sido adotadas como solução para lidar com vários problemas de integração entre as diferentes plataformas e sistemas computacionais existentes (WEBBER, 2010). Do ponto de vista econômico, com o crescimento dos negócios digitais fortemente apoiados em mobilidade, *cloud computing*, mídias sociais e dispositivos inteligentes da Internet das Coisas (IoT), várias organizações estão expondo suas APIs criando oportunidades para novos negócios – desde *startups* até grandes em-

¹ Tecnólogo em Processamento de Dados, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Informática Agropecuária,

² Cientista da computação, especialista em Plataformas de Desenvolvimento Web, analista da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

³ Cientista da computação, doutor em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP

⁴ Interface de Programação de Aplicações (português europeu) ou Interface de Programação de Aplicação (português brasileiro), cujo acrônimo API provém do Inglês Application Programming Interface, é um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização das suas funcionalidades por aplicativos que não pretendem envolver-se em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços (INTERFACE de programação de aplicações, 2016).

presas (do setor público e privado) (WILSON, 2014).

Dessa maneira, as APIs têm transformado a forma de se produzir e compartilhar dados e funcionalidades entre sistemas computacionais e organizações, bem como a forma de se fazer negócios na era da economia digital. Nesse contexto, uma vez que as implicações da adoção dessa tecnologia não são amplamente conhecidas na Embrapa, é um exercício valioso experimentar, observar e avaliar como essa abordagem se repercute na prática em projetos reais da própria Empresa. Para isso, optou-se por aplicar a abordagem de APIs no âmbito do projeto Sistema de Informação de Experimentos da Embrapa (SIExp) (EMBRAPA, 2016).

O objetivo deste trabalho é fornecer informações que possam melhorar a compreensão das implicações da adoção de APIs apoiado em uma experimentação prática no contexto do projeto SIExp, evidenciando a estratégia de API adotada, os benefícios alcançados, bem como os problemas e desafios enfrentados na utilização dessa abordagem. O estudo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 mostra os trabalhos relacionados. A Seção 3 apresenta o detalhamento do material e métodos utilizados, enquanto a Seção 4 mostra uma discussão dos resultados. Finalmente, a Seção 5 apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

Trabalhos Relacionados

Com o advento dos ecossistemas digitais, as APIs têm se tornado um tópico de pesquisa importante para a academia, indústria e governo. Na indústria, o Gartner Group – uma empresa de pesquisas sobre tecnologias, execução de programas, consultoria e eventos – publicou recentemente um estudo intitulado “Hype Cycle for Open Banking APIs, Apps and App Stores” (MOYER, 2015), no qual sinaliza de maneira inequívoca que o mercado financeiro está passando por uma revolução, que está sendo impulsionada pela criação e exposição de APIs. No setor público, as APIs têm sido utilizadas para expor dados como serviço, propiciando inovação sobre dados oficiais de governo (ESTADOS UNIDOS, 2016; IBGE, 2016; INDIA, 2016; TRANSPARÊNCIA BRASIL, 2016). Na academia, modelos de processo de design, criação, avaliação e recomendação de APIs têm sido propostos (LEE, et al., 2014; THUNG, 2016). Ademais, o estudo de Kasthurirathne et al. (2015) demonstrou que o uso de APIs tem melhorado a interoperabilidade entre os sistemas da área de

saúde. Assim, os resultados desses estudos encorajaram a equipe técnica do SIExp a experimentar na prática a abordagem de APIs. Porém, vale salientar que a adoção de APIs no SIExp foi motivada, majoritariamente, por razões de integração entre os módulos existentes no SIExp e outros sistemas de informação corporativos.

Material e Métodos

Esta seção foi organizada em três tópicos, incluindo o objeto de estudo, a modelagem e o desenvolvimento das APIs, tal como as tecnologias utilizadas – sendo apresentados na sequência.

Objeto de Estudo

Como dito anteriormente, decidiu-se por aplicar a abordagem de APIs no contexto do projeto SIExp (EMBRAPA, 2016). O SIExp tem como objetivo principal apoiar o processo “Gestão de Experimentos da Embrapa – Processo GEE” que contempla um fluxo de atividades que vai desde o planejamento do experimento, sua condução, até o armazenamento dos dados experimentais e sua disponibilização para consulta na organização. O sistema é composto de dois grandes módulos: a) módulo web; b) módulo de coleta de dados experimentais por meio de dispositivos móveis (tablets com Android), sendo o módulo web o mais completo em termos de funcionalidades para os seus usuários (analistas e pesquisadores da Embrapa). Mais especificamente, procurou-se identificar, por meio da experimentação prática, as implicações da adoção de APIs desde a formulação da estratégia até a entrega de uma operação funcional, incluindo a modelagem e o desenvolvimento das APIs, bem como a sua utilização (consumo) por outros sistemas – sendo esses os aspectos norteadores desse estudo.

Modelagem e Desenvolvimento das APIs

O trabalho de modelagem e desenvolvimento das APIs foi estruturado em quatro fases, detalhadas na sequência:

- Fase 1 (F1): aquisição (consumo) de dados corporativos, incluindo informações de pessoas físicas e jurídicas que se relacionam com a Embrapa, projetos de pesquisa e recursos humanos (empregados).
- Fase 2 (F2): autenticação corporativa de usuários do sistema.
- Fase 3 (F3): exposição de dados experimentais

e métodos do SIExp como serviço (APIs) para integração com o módulo de coleta de dados para dispositivos móveis (*tablets* com o sistema operacional Android).

- Fase 4 (F4): exposição de dados experimentais do SIExp como serviço para integração com outros sistemas.

Na Fase 1, o SIExp se inseriu como estudo piloto na iniciativa de compartilhamento e reúso de dados administrativos da Embrapa a partir de APIs – proposta pelo Departamento de Tecnologia da Informação da Embrapa (DTI). O objetivo dessa iniciativa é permitir que os softwares corporativos “compartilhem e movam” seus dados para diversos sistemas na empresa por meio de APIs. Para alcançar esse objetivo, o DTI tem modelado, desenvolvido, documentado e exposto de maneira sistemática um conjunto de APIs de dados administrativos para consumo de outras aplicações na Empresa.

Nessa fase, o SIExp atuou como consumidor de algumas das APIs disponibilizadas pelo DTI, incluindo as APIs de pessoas físicas e jurídicas que se relacionam com a Embrapa, de recursos humanos (empregados) e projetos de pesquisa. Para consumir essas APIs foi preciso conhecer as funcionalidades disponíveis e detalhes de como invocá-las, incluindo seus recursos, *Uniform Resource Identifier* (URIs), atributos de segurança, códigos de status e outras informações. Todas as informações necessárias para consumo das APIs administrativas estão sendo disponibilizadas no portal API Stores com acesso restrito à Embrapa. Vale ressaltar que todas as APIs disponibilizadas pelo DTI – até então – são protegidas para que somente aplicações autorizadas possam consumi-las; além disso, tal processo de consumo e sincronização de dados entre sistemas a partir de APIs está sendo executado diariamente de maneira incremental a partir de 01:00 com o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos.

Na Fase 2, o SIExp passou a utilizar a API de autenticação de usuário corporativa disponibilizada pelo DTI para autenticar os usuários interessados em acessar o sistema. Considerando o contexto, onde os usuários no âmbito corporativo acessam diferentes aplicações com uma elevada frequência, torna-se necessária a adoção de técnicas de autenticação – como essa por meio de APIs – para proporcionar segurança e ao mesmo tempo flexibilidade para que os usuários consigam acessar diferentes sistemas com o mesmo login (nome de usuário) e senha.

Se por um lado, as fases F1 e F2 representaram o esforço no desenvolvimento de soluções para o con-

sumo de APIs administrativas integradas ao SIExp, por outro lado, as fases F3 e F4 representaram o empenho no desenvolvimento de soluções para a exposição de APIs, visando à integração entre os módulos internos do SIExp, bem como a integração do SIExp com outros sistemas interessados no consumo de dados experimentais. Na fase F3, foi desenvolvido um conjunto de APIs para a integração com o módulo de coleta de dados do SIExp voltado para dispositivos móveis, sendo apresentado na Tabela 1.

Vale salientar que os recursos 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 foram protegidos para acessar somente os dados experimentais nos quais os usuários autenticados no módulo coletor de dados são membros da equipe do experimento. Essa regra está de acordo com a proposta de norma de propriedade, acesso e uso das informações experimentais (EMBRAPA, 2016) mantidas pelo sistema SIExp – sendo que os recursos implementados para integração entre os módulos web e coleta de dados foram discutidos e validados entre a equipe técnica do SIExp lotadas na Embrapa Informática Agropecuária e na Embrapa Gado de Corte.

Devido à experiência adquirida no desenvolvimento de APIs para a integração entre os módulos internos do SIExp, a equipe técnica vislumbrou a possibilidade de ofertar os dados experimentais mantidos pelo SIExp como serviço para outros sistemas da Empresa. Nesse contexto, a fase F4 contemplou a característica de compartilhamento dos dados experimentais mantidos pelo SIExp visando à integração e ao reúso de dados em outros sistemas, sendo o conjunto de APIs mostrado na Tabela 2.

Vale ressaltar novamente que os recursos 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 foram protegidos para acessar somente os dados experimentais nos quais os usuários autenticados em outros sistemas são integrantes da equipe do experimento. Essa regra está de acordo com a proposta de norma de propriedade, acesso e uso das informações experimentais (EMBRAPA, 2016) mantidas pelo sistema SIExp – sendo que os recursos implementados para integração entre o SIExp e outros sistemas da Empresa foram discutidos e validados entre a equipe técnica do SIExp e a equipe técnica da Embrapa Arroz e Feijão, os quais são os primeiros adotantes desse conjunto de APIs.

Tabela 1. Conjunto de APIs para integração com o módulo de coleta de dados.

Recurso	Descrição
@GET(1) /status	Retorna o status de funcionamento do servidor.
@GET(2) /desambiguador	Retorna o próximo número livre necessário ao funcionamento do processo de desambiguação dos dispositivos móveis.
@GET(3) /variáveis/{unixtimestamp}	Retorna às variáveis padrão incluídas ou alteradas no SIExp a partir de uma determinada data no formato unixtimestamp.
@GET(4) /produtos/{unixtimestamp}	Retorna os produtos incluídos ou alterados no SIExp a partir de uma determinada data no formato unixtimestamp.
@GET(5) /experimentos/{unixtimestamp}	Retorna os experimentos do usuário incluídos ou alterados no SIExp a partir de uma determinada data no formato unixtimestamp.
@GET(6) /sorteios/{experimento}/{unixtimestamp}	Retorna os sorteios incluídos ou alterados no SIExp – de um determinado experimento – a partir de uma determinada data no formato unixtimestamp.
@GET(7) /planilhas/{unixtimestamp}	Retorna às planilhas incluídas ou alteradas no SIExp a partir de uma determinada data no formato unixtimestamp.
@PUT(8) /planilhas/{id}	Inclui uma determinada planilha de dados no SIExp.
@PUT(9) /avaliacoes/{id}	Inclui uma determinada avaliação no SIExp.
@POST(10) /coletas	Inclui os dados coletados a partir de uma determinada avaliação no SIExp.
@PUT(11) /avaliacoes/finalizar/{id}	Finaliza a coleta de dados de uma determinada avaliação no SIExp.

Tecnologias Utilizadas para a Modelagem e o Desenvolvimento das APIs

O SIExp tem sido desenvolvido a partir de tecnologias que suportam a especificação Java Enterprise Edition 6 (Java EE 6), incluindo o JBoss Application Server 7 (JBoss AS 7), Enterprise JavaBeans (EJB), JavaServer Faces (JSF), PrimeFaces, Java Persistence API (JPA), etc. A especificação Java EE 6 inclui suporte a Java API para RESTful Web Services (JAX-RS), que oferece vários recursos para criar web services de acordo com o estilo arquitetural *Representational State Transfer* (REST) proposto por Roy Fielding em 2000 (RICHARDSON, 2007). A API JAX-RS disponibiliza várias anotações (*annotations*) padrão que são utilizadas para expor métodos de classes Java como recursos da web (serviços). Como toda especificação, para utilizar os recursos disponíveis na API JAX-RS, é necessário o uso de alguma implementação. No SIExp, optou-se pela implementação RESTEasy para o desenvolvimento das APIs devido à experiência e à confiança técnica da equipe no uso dessa tecnologia. A Figura 1 apresenta a arquitetura tecnológica do SIExp no contexto da integração de dados e sistemas computacionais por

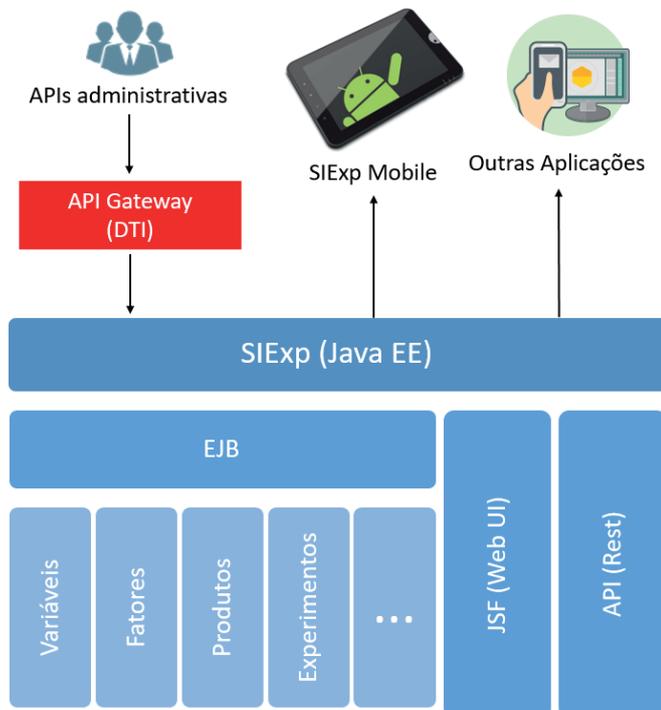
meio de APIs.

Vale enfatizar que as APIs não acessam diretamente os dados armazenados no banco de dados do SIExp. Todas as APIs invocam métodos de negócio em objetos EJB. Dessa forma, os objetos EJB encapsulam os detalhes de negócio e de acesso a dados, desacoplando os clientes das APIs ou de outras tecnologias utilizadas no SIExp dos aspectos mais internos do sistema.

Com relação às ferramentas utilizadas para a documentação e à modelagem das APIs, a ferramenta Swagger (SWAGGER, 2016) foi escolhida para essa finalidade. Por último, as APIs consumidas e expostas no SIExp são do tipo privada (internas à Embrapa) com restrições de segurança que precisam ser consideradas. Para isso, a solução tem caminhado na direção da adoção de soluções de ferramentas de gerenciamento de APIs (API Management) – que além de processar as chamadas de APIs executam o gerenciamento de tráfego, a autorização e o controle de acesso, o monitoramento e o gerenciamento de versões de APIs, a geração de estatísticas de uso, o gerenciamento do ciclo de vida da API, a monetização do consumo, dentre outras funcionalidades.

Tabela 2. Conjunto de APIs para integração com outros sistemas da Embrapa.

Recurso	Descrição
@GET(12) /variaveis	Retorna todas as variáveis padrão incluídas ou alteradas no SIExp a partir de uma determinada data no formato yyyy-MM-dd.
@GET(13) /fatores	Retorna todos os fatores incluídos ou alterados no SIExp a partir de uma determinada data no formato yyyy-MM-dd.
@GET(14) /produtos	Retorna todos os produtos incluídos ou alterados no SIExp a partir de uma determinada data no formato yyyy-MM-dd.
@GET(15) /experimentos	Retorna todos os experimentos incluídos ou alterados por um determinado usuário no SIExp a partir de uma determinada data no formato yyyy-MM-dd.
@GET(16) /experimentos/{id}/equipe	Retorna os membros da equipe de um determinado experimento do SIExp.
@GET(17) /experimentos/{id}/implantacao	Retorna às informações de implantação de um determinado experimento do SIExp.
@GET(18) /experimentos/{id}/variaveis	Retorna às variáveis padrão associadas a um determinado experimento do SIExp.
@PUT(19) /experimentos/{id}/fatores	Retorna os fatores associados a um determinado experimento do SIExp.
@PUT(20) /experimentos/{id}/tratamentos	Retorna os tratamentos de um determinado experimento do SIExp.
@POST(21) /experimentos/{id}/sorteio	Retorna os sorteios de um determinado experimento do SIExp.

**Figura 1.** Arquitetura tecnológica do SIExp no contexto das APIs.

Resultados e Discussão

Como dito anteriormente, essa pesquisa se propõe a investigar as implicações da adoção de APIs considerando o SIExp como estudo de caso. Elas foram identificadas ao longo do trabalho de construção e exposição das APIs a partir da percepção e da opinião dos autores dessa pesquisa.

Dentre os principais benefícios identificados na adoção de APIs está a agilidade nas integrações entre sistemas, permitindo que o compartilhamento e o reúso de dados aconteça de maneira rápida e segura quando comparada com a abordagem tradicional de envio e importação de arquivos de texto – tanto do ponto de vista de quem consome as APIs (fases F1 e F2), quanto de quem expõe as APIs (fases F3 e F4). Além do que, uma vez que os dados já existem e são expostos como APIs, os sistemas consumidores não precisam mais criar e alimentar manualmente os mesmos dados a partir de interfaces (telas) de entrada de dados; nesse caso o desenvolvimento deverá contemplar uma etapa de construção de mecanismos de integração a partir de APIs envolvendo diferentes profissionais, tempos e custos. Finalmente, a estratégia de APIs para

a integração do módulo web com o módulo simplificado do SIExp para a coleta de dados experimentais em dispositivos móveis se mostrou adequada – separando a responsabilidade de cada um dos módulos e ao mesmo tempo garantindo a comunicação e o transporte de dados entre eles; ou seja, com APIs é possível ter múltiplos canais de acesso ao sistema (web, dispositivos móveis, etc) consumindo o mesmo conjunto de funcionalidades, regras e dados. Dessa maneira, o SIExp se tornou amplamente integrado, não apenas em si próprio (módulo web), mas também com dispositivos móveis e outros sistemas da Embrapa.

Por outro lado, expor funcionalidades, regras e dados como serviço por meio de APIs acaba se tornando uma jornada, a adoção de boas práticas e técnicas de modelagem e desenvolvimento de APIs ajuda a percorrer esse caminho, facilitando o trabalho dos desenvolvedores (LEE, et al., 2014). Para isso, Biehl (2016) propõe um conjunto de boas práticas para que as APIs sejam modeladas de maneira fácil de se compreender e simples de se utilizar. As práticas incluem o uso correto das operações do *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), a formação dos recursos, os tipos de conteúdo, o formato de dados, o versionamento, a paginação, *caching*, etc. Assim, como parte do processo de aprendizagem, além de fazer uso da literatura disponível, a equipe técnica do SIExp se capacitou em um treinamento do tipo *hands-on* sobre os padrões, as boas práticas e a documentação básica de APIs realizado no evento API eXperience em 2016 (<http://apix.com.br>). Vale ressaltar que a modelagem de dados das APIs foi realizada de acordo com as necessidades do consumidor, e não de acordo com o modelo de dados interno do sistema – representando um modelo que faça sentido aos consumidores das APIs.

Do ponto de vista tecnológico, o desafio foi identificar e compreender o funcionamento das várias anotações disponíveis na especificação JAX-RS, incluindo as anotações para identificar os recursos que se deseja disponibilizar e que possam atender a requisições *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), tal como as anotações de parâmetro que podem ser utilizadas para extrair informações referentes a uma requisição web. Para isso a equipe técnica do SIExp consultou as informações técnicas associadas ao funcionamento da tecnologia RESTEasy (<http://resteasy.jboss.org>).

Por fim, as APIs construídas para o SIExp funcionam como componentes de compartilhamento de dados e integração entre sistemas e módulos. Porém, as APIs precisam ser gerenciadas e o gerenciamento de APIs é reconhecido como uma abordagem contemporânea para integração, governança e publicação desses

serviços (MALINVERNO; O'NEILL, 2016). Para muitos cenários de integração entre diferentes sistemas, uma ferramenta API Gateway pode ser usada para controlar o acesso e gerenciar o tráfego de dados. A importância da adoção de ferramentas para o gerenciamento das APIs do SIExp foi identificada e reconhecida no decorrer desse estudo; entretanto, a adoção de uma ferramenta para isso está sendo discutida em uma outra esfera da Empresa – na qual o SIExp é entendido como sendo um dos projetos-piloto. Isso significa que nesse momento as APIs do SIExp não são gerenciadas com o apoio de ferramentas.

Conclusões

Este estudo apresentou as implicações da adoção de APIs no projeto SIExp. Como dito anteriormente, dentre os principais benefícios dessa abordagem, está a facilidade para compartilhar dados e funcionalidades entre diferentes sistemas computacionais. Isso permite inferir que as APIs tendem a ser o alicerce para vários tipos de aplicativos na Embrapa, o fundamento de uma integração moderna e a interface de programação desejada pelos engenheiros e desenvolvedores de sistemas da Empresa – parecendo ponto comum que vários dos sistemas computacionais da Embrapa irão se integrar por meio de uma arquitetura centrada em APIs. Atuar na contramão desta abordagem pode terminar em um sistema isolado e com pouca utilidade na organização. Portanto, ao estabelecer uma arquitetura de sistema, é recomendável considerar uma estratégia que priorize as APIs.

Além disso, os resultados alcançados a partir deste estudo primário mostraram-se promissores, contribuindo para a formação de um repertório conceitual e prático com orientações para o desenvolvimento e o gerenciamento eficiente de APIs na Empresa, sendo uma oportunidade para novos trabalhos e ações/projetos institucionais. Isso significa que este trabalho não pode ser considerado como um produto acabado, mas como o começo de uma série de discussões na Embrapa que podem servir de base para um planejamento institucional do processo de desenvolvimento de APIs – incluindo aspectos técnicos e de negócios.

Por último, cabe registrar que mais importante que o resultado foi o aprendizado e a experiência dele decorrente, onde as pessoas envolvidas aprenderam com a nova forma de trabalho, carregando consigo o objeto de transformação e de mudança da realidade atual.

Trabalhos Futuros

O próximo passo da exploração de APIs no SIExp consiste em abrir amplamente as APIs existentes com foco nos desenvolvedores visando à integração com outros sistemas internos à Embrapa, apoiando a criação de novas aplicações – o ponto chave dessa reflexão é que as APIs existem para serem usadas. Para isso, vislumbra-se a exposição das APIs do SIExp a partir de uma infraestrutura corporativa de gerenciamento de APIs. De maneira pioneira, o DTI tem experimentado e adotado a ferramenta WSO2 API Manager (<http://wso2.com/products/api-manager>) para expor e gerenciar as suas APIs, porém essa tecnologia necessita de mais estudos e novas experimentações para que ela se firme como uma solução tecnológica eficiente e segura para o gerenciamento corporativo de APIs – de modo que esse assunto está em aberto na Embrapa.

Além disso, vislumbra-se a criação de uma documentação técnica “amigável” para os desenvolvedores e a formulação de uma estratégia de divulgação – diminuindo a necessidade de ajuda externa para os desenvolvedores que irão consumir as APIs. Isso significa que além dos aspectos técnicos, as APIs têm uma interface de utilização humana com um potencial disruptivo que precisa ser considerado.

Referências

BIEHL, M. **RESTful API design: best practices in API design with REST**. API University Press, 2016. 290 p. ill.

EMBRAPA. **Siexp**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/siexp>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

ESTADOS UNIDOS. **Data.gov**. Disponível em: <<http://api.data.gov/>>. Acesso em: 1º nov. 2016.
Disponível em: <<http://api.data.gov>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

IBGE. **Consulta API Sidra**. Disponível em: <<http://api.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

ÍNDIA. **Open Government Data (OGD) Platform India**.

Disponível em: <<https://data.gov.in/>>. Acesso em: 1º nov. 2016.

INTERFACE de programação de aplicações. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Interface_de_programação_de_aplicações>. Acesso em: 1 nov. 2016.

KASTHURIRATHNE, S. N.; MAMLIN, B.; KUMARA, H.; GRIEVE, G.; BIONDICH, P. Enabling better interoperability for healthcare: lessons in developing a standards based application programming interface for electronic medical record systems. **Journal of Medical Systems**, v. 39, n. 11, p. 1-8, Nov. 2015.

LEE, S.; LEE, S.; LIM, S.; JUNG, J.; CHOI, S.; KIM, N.; LEE, J.-B. An API design process in terms of usability: a case study on building more usable APIs for smart TV platform. In: IEEE ANNUAL INTERNATIONAL COMPUTERS, SOFTWARE AND APPLICATIONS CONFERENCE, 38., 2014, Sweden. **Proceedings...** Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2014. p. 567-571.

MALINVERNO, P; O'NEILL, M. **Magic quadrant for full life cycle API management**, 2016. Stamford: Gartner, 2016. 35 p. ill.

MOYER, K. R. **Hype cycle for open banking APIs, Apps and App stores**. Stamford: Gartner, 2015. 49 p. ill.

RICHARDSON, L.; RUBY, S. **Restful serviços web**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007. 336 p.

SWAGGER. Swagger – The world's most popular framework for APIs. Disponível em: <<http://swagger.io>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

THUNG, F. API recommendation system for software development. In: IEEE/ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATED SOFTWARE ENGINEERING, 31., 2016, Singapore. **Proceedings...** New York: ACM, 2016. p. 896-899.

TRANSPARÊNCIA BRASIL. **Desenvolvedores**. Disponível em: <<http://dev.transparencia.org.br/api-portal>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

WEBBER, J.; PARASTATIDIS, S.; ROBINSON, I. **REST in practice**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2010. 428 p. ill.

WILSON, D. R.; LHEUREUX, B. J.; WHITE, A. **Hype cycle for multienterprise solutions**. Stamford: Gartner, 2014. 73 p. ill.

Comunicado
Técnico, 123

Embrapa

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Embrapa Informática Agropecuária
Endereço: Caixa Postal 6041 - Barão Geraldo
13083-886 - Campinas, SP
Fone: (19) 3211-5700
www.embrapa.br/informatica-agropecuaria
sac: www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição publicação digital - 2016

Todos os direitos reservados.

Comitê de
Publicações

Presidente: *Giampaolo Queiroz Pellegrino*

Membros: *Adhemar Zerlotini Neto, Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Thiago Teixeira Santos, Maria Goretti Gurgel Praxedes, Adriana Farah Gonzalez, Carla Cristiane Osawa (Secretária)*

Suplentes: *Felipe Rodrigues da Silva, José Ruy Porto de Carvalho, Eduardo Delgado Assad, Fábio César da Silva*

Expediente

Supervisão editorial: *Stanley Robson de Medeiros Oliveira, Suzilei Carneiro*

Normalização bibliográfica: *Maria Goretti Gurgel Praxedes*

Revisão de texto: *Adriana Farah Gonzalez*

Editoração eletrônica: *Suzilei Carneiro*