

UM ESTUDO PRELIMINAR SOBRE A APLICABILIDADE DA ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS NA CONCRETIZAÇÃO DO MODELO OAIS

Antônio José Rodrigues Neto¹, Maria Manuel Borges², Licínio Roque³

¹Universidade de Coimbra, 0000-0003-2364-0927, neto@student.uc.pt

²Universidade de Coimbra, 0000-0002-7755-6168, mmb@fl.uc.pt

³Universidade de Coimbra, lir@dei.uc.pt

RESUMO A oferta crescente de informação digital, a qual, no âmbito da Ciência Aberta, exige maior robustez política e tecnológica dos sistemas que a suportam, os repositórios digitais, justificam uma atenção redobrada tanto às políticas de preservação quando aos modelos conceptuais que especificam os requisitos a que devem atender. O modelo OAIS (*Open Archival Information System*) desempenha um papel fundamental no domínio da preservação digital com o objetivo de padronizar as suas atividades e especificar os principais critérios nos quais as iniciativas de preservação digital devem ser baseadas. O presente trabalho visa, através de uma revisão da literatura, contribuir para a discussão do modelo de referência OAIS, suas entidades, seus processos e características no domínio da preservação digital, analisando os potenciais desafios relacionados com a falta de consistência e interoperabilidade, possivelmente presentes nas diferentes implementações de *softwares* baseadas nesse modelo. Como resultado, este trabalho sugere um estudo preliminar sobre a aplicabilidade de uma arquitetura aberta de *software* baseada numa Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) para os processos *Archival Storage e Access* no modelo OAIS, visando promover uma maior flexibilidade na comunicação entre as diferentes implementações de *softwares* baseadas nesse modelo, bem como uma forma interoperável, transparente e aberta no acesso ao conteúdo digital numa nova era da sociedade contemporânea e para uso na Ciência Aberta.

PALAVRAS-CHAVE *Ciência Aberta, OAIS, Preservação Digital, Arquitetura Orientada a Serviço*

ABSTRACT The increasing of growth and access to digital information, in the scope of Open Science, requires greater political and technological strength in all the systems that support it. Digital repositories also require special attention to both preservation policies and conceptual models which specifies requirements the digital repositories must have. The present work uses a qualitative method of exploratory research, whose objective is to contribute to the conceptualization on the OAIS model, its entities and characteristics in the domain of digital preservation. Additionally, to analyze the potential challenges, related to the lack of consistency and interoperability, this may be present in different software's implementations based on the OAIS model. As a result, this work suggests a preliminary study on the applicability of an open software architecture based on a Service Oriented Architecture (SOA) for the Archival Storage and Access processes in the OAIS model. Ultimately, aiming to promote more flexibility in the communication between different software's implementations based on the OAIS model, targeting an interoperable, transparent and open way in the access of the digital content within the new era of the contemporary society and to be used at Open Science.

KEYWORDS *Open Science, OAIS, Digital Preservation, Service Oriented Architecture*

COPYRIGHT Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>)

INTRODUÇÃO

A ciência contemporânea caracteriza-se essencialmente por produzir uma grande quantidade de dados. Garantir o acesso e a reutilização dos resultados publicados da investigação e dos dados que lhes deram origem, tendo em conta os princípios preconizados pela Ciência Aberta, implica a sua preservação. Os repositórios albergam, hoje, um conjunto de materiais de natureza crescentemente complexa, mais ou menos estável, assumindo, em simultâneo, a responsabilidade que daí decorre, a sua preservação ao longo do tempo.

Para Ferreira (2006, p. 20), a "[...] preservação digital consiste na capacidade de garantir que a informação digital permanece acessível e com qualidades de autenticidade suficientes para que possa ser interpretada no futuro recorrendo a uma plataforma tecnológica diferente da utilizada no momento da sua criação".

Um objeto digital pode ser definido como todo e qualquer objeto de informação que possa ser representado através de uma sequência digital binária, denominada de *bit stream* (Council on Library and Information Resources, 2002; Ferreira, 2006).

Para que um documento digital seja interpretado de forma inteligível por um ser humano, existe uma dependência tecnológica que o pode tornar vulnerável fazendo-o perder as suas características vitais, devido a uma potencial obsolescência associada ao avanço da tecnologia computacional (Boeres & Arellano, 2005; Council on Library and Information Resources, 2002).

Segundo o Council on Library and Information Resources (2002, p. 7), "*A digital information object is a logical object according to the logic of some application software*", onde o software assume então a responsabilidade de preparar o conteúdo digital para que este seja devidamente apresentado ao receptor ou consumidor, representado pela entidade humana.

O Consultative Committee for Space Data Systems (2012) definiu uma especificação de um modelo de referência denominado *OAIS (Open Archival Information System)* que tem como finalidade desenvolver um padrão nas atividades no domínio da preservação digital, especificando os principais critérios em que as iniciativas em preservação se devem basear (Corujo, 2014; De Souza, De Oliveira, D'Avila, & Chaves, 2012; C. A. S. Ferreira, 2011; Lavoie, 2014).

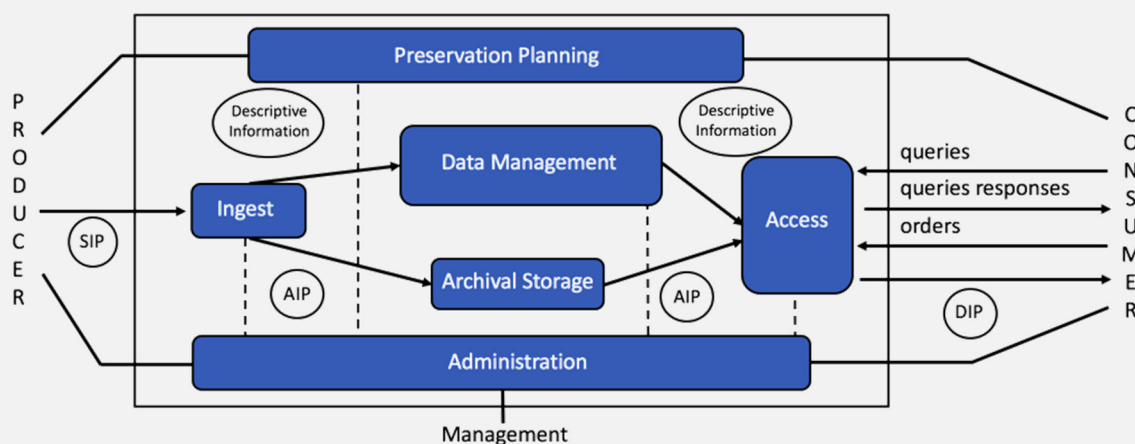


Figura 1. Modelo Funcional OAIS

Fonte: Management Council of the Consultative Committee for Space Data Systems (2012)

Como pode ser visto na Figura 1, o modelo de referência OAIS possui quatro entidades conceituais definidas como: *producer* (produtores), *consumer* (consumidores), *management* (administração) e o conteúdo, propriamente dito, a ser preservado.

No caso das entidades funcionais, o modelo possui seis processos: *Ingest* (Ingestão ou também referenciada em vários trabalhos científicos como Recepção), *Archival Storage* (Armazenamento), *Data Management* (Gerenciamento de Dados), *Administration* (Administração do Sistema), *Preservation Planning* (Planejamento de Preservação) e *Access* (Acesso) (Arellano, 2008; Lavoie, 2014).

No entanto, o próprio Management Council of the Consultative Committee for Space Data Systems (2012, p. 1-2) aponta que o modelo de referência OAIS não especifica o "design" nem um modelo de implementação: *"This reference model does not specify a design or an implementation. Actual implementations may group or break out functionality differently"*.

De facto, o modelo de referência OAIS não é um modelo de especificação nem de implementação no desenvolvimento de arquiteturas de software (Allinson, 2006; Corrado & Moulaison, 2014; Sayão, 2011).

O *Digital Curation Centre* no Reino Unido (UK) também discute pontos importantes sobre a não garantia da consistência e da interoperabilidade entre as diferentes implementações baseadas nesse modelo: *"OAIS is a reference model (conceptual framework), NOT a blueprint for system design. It informs the design of system architectures [...] [BUT] it does NOT ensure consistency or interoperability between implementations."* (Day, 2006, p. 15).

Apesar do modelo OAIS não possuir como objetivo especificar o "design" nem um modelo de implementação no mundo real, as ferramentas de preservação digital baseadas nesse modelo podem incorporar ou dividir as funcionalidades de formas diferentes, não existindo uma garantia de consistência e interoperabilidade na comunicação entre as diferentes implementações baseadas nesse modelo.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo contribuir para a conceptualização do modelo OAIS, suas entidades e suas características para o domínio da preservação digital. Além disso, analisam-se os

potenciais desafios relacionados com a falta de consistência e interoperabilidade, possivelmente presentes em diferentes implementações de software baseadas nesse modelo. Como resultado, discute-se a aplicabilidade de uma arquitetura aberta de software baseada numa Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) para os processos Archival Storage e Access no modelo OAIS.

METODOLOGIA

Para responder ao objetivo proposto no presente trabalho foi efetuada uma revisão da literatura. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados disponibilizadas pela Universidade de Coimbra. Os termos usados para a recuperação de informação foram 'OAIS', 'Digital Preservation' e 'Service Oriented Architecture' com as opções de Pesquisa em 'Biblioteconomia e Ciência da Informação', 'Ciência da Computação' e 'Tecnologia da Informação', nos idiomas 'Inglês' e 'Português', restringindo os tipos de fontes a 'Revistas académicas'. Numa fase posterior utilizou-se uma análise transversal de todos os artigos reunidos, tendo como base o resumo, palavras-chave, introdução e conclusão, com a finalidade de determinar e selecionar os documentos relevantes e de interesse para o estudo.

Terminada a fase de recolha e seleção de bibliografia, passou-se a uma análise aprofundada dos conceitos fundamentais de modo a poder refletir sobre tais conteúdos para poder responder aos objetivos de pesquisa delineados.

RESULTADOS

O MODELO DE REFERÊNCIA OAIS E A FALTA DE INTEROPERABILIDADE ENTRE SUAS DIFERENTES IMPLEMENTAÇÕES

O modelo de referência OAIS é definido como um modelo conceptual que como principal objetivo proporcionar um conjunto de políticas e procedimentos de alto nível na implementação dos programas de preservação de conteúdos. Esse modelo de referência não tem como objetivo promover ou discutir detalhes específicos ou recomendações técnicas nas diferentes implementações de *softwares* baseadas nesse modelo.

Segundo Day (2006), muitos repositórios de dados e *softwares* de preservação digital afirmam estar em conformidade (*compliance*) com o modelo de referência OAIS: por exemplo: *DSpace*, o *OCLC Digital Archive*, o *METS* e o sistema *LOCKSS* (S. Ferreira, Gadelha, Silva, & Evangelista, 2013) que foi desenvolvido pela Universidade de Stanford.

No caso do *DSpace*, Tansley, Bass, & Smith (2003, p. 446) afirmam ter sido desenvolvido num contexto baseado no modelo de referência OAIS, tendo como finalidade "[...] *the capture and preservation of digital materials. DSpace was designed as a production quality system offering the breadth of functionality required for a long-term institutional repository in a relatively simple fashion*". Porém, como o modelo de referência OAIS não tem como objetivo definir ou recomendar qualquer implementação, as implementações de *softwares* baseadas nesse modelo tornam-se dependentes das tecnologias e das ferramentas disponíveis (Corujo, 2014).

Um exemplo que, no mundo real, que pode exemplificar uma falta de interoperabilidade entre as diferentes implementações de softwares baseadas no modelo OAIS é abordado por Lumpa, Munyaradzi, & Suleman, (n.d.) que demonstram a ausência da capacidade de replicação distribuída de dados pelo repositório *Dspace*, capacidade esta recomendada pelo modelo de referência OAIS, segundo sua especificação: "*Archival Storage Functional Entity [...], performing routine and special error checking, providing disaster recovery capabilities [...]*" (Management Council of the Consultative Committee for Space Data Systems, 2012, p. 4-2).

A problemática surge, portanto, com a não existência de um modelo de implementação de uma arquitetura aberta de software com características 'elásticas', consistentes e interoperáveis, visando promover uma maior flexibilidade na comunicação e na colaboração entre as diferentes implementações de softwares e as ferramentas no domínio da preservação digital baseadas no modelo OAIS, bem como uma forma interoperável, transparente e aberta no acesso ao conteúdo digital para uso da Ciência Aberta.

UMA PROPOSTA DE ARQUITETURA ORIENTADA A SERVIÇOS NAS DIFERENTES IMPLEMENTAÇÕES DO MODELO OAIS

Segundo Papazoglou & Georgakopoulos, 2003, a Computação Orientada a Serviços é um novo paradigma computacional que utiliza serviços como construções básicas no suporte a construção de aplicações distribuídas. O objetivo é proporcionar um acesso de forma interoperável entre distintas plataformas e possuir um padrão para o desenvolvimento das aplicações, para além de proporcionar um mapeamento dos sistemas de informação das organizações e seus fluxos de processos de negócios, bem como a possibilidade de integração das aplicações e sua coexistência entre múltiplas plataformas (Furtado, Pereira, Azevedo, Baião, & Santoro, 2009). Além dos objetivos já mencionados, pode incluir-se a possibilidade na criação de um ambiente cooperativo e colaborativo de serviços, onde esses componentes (serviços) são disponibilizados de forma simples, rápida, com baixo custo e pouco esforço, sendo distribuídos numa rede digital que proporciona a criação de novos, dinâmicos e flexíveis processos de negócios para as organizações (Papazoglou & Georgakopoulos, 2003).

Schroth e Janner (2007, p. 36) definem uma Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) como: "*the philosophy of encapsulating application logic in services with a uniformly defined interface and making these publicly available via discovery mechanisms*". Para Degan (2005), Kuroiwa (2011) e Queiroz (2009) uma Arquitetura Orientada a Serviços é como um estilo de arquitetura para a construção de aplicações de software que decorrem de serviços disponíveis numa rede digital distribuída, como a Internet ou a Intranet de uma organização.

O presente trabalho sugere o desenvolvimento de uma proposta de arquitetura aberta de software baseada numa Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) dos processos *Archival Storage* e *Access* para as diferentes implementações que se baseiem no modelo de referência OAIS.

Uma vez que essas implementações estejam baseadas numa Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), todos os seus componentes, bem como suas entidades e processos, passam a possuir características elásticas e robustas num modelo distribuído de comunicação baseado num modelo de serviços que visa promover uma maior flexibilidade na comunicação entre as implementações de software no domínio da preservação digital, bem como no acesso e na utilização do conteúdo digital, de forma interoperável e transparente, para todos os participantes desse modelo.

Numa Arquitetura Orientada a Serviços (SOA), o termo 'serviço' é considerado peça fundamental no modelo SOA e deve possuir as seguintes características: (Wolff, 2016, p. 2057)

It should implement an individual piece of the domain. It should be possible to use it independently. It should be available over the network. Each service has an interface. Knowledge about the interface is sufficient to use the service. The service can be used by different programming languages and platforms. To make it easy to use, the service is registered in a directory. To locate and use the service, clients search this directory at run time.

Os processos *Archival Storage* e *Access* do modelo de referência OAIS (Figura 4), possuem características similares às mencionadas por Wolff (2016) em relação a uma arquitetura de software baseada numa Arquitetura Orientada a Serviços:

- 1) Podem ser implementadas individualmente num domínio de atuação.
- 2) Podem ser utilizadas de forma independente.
- 3) Podem estar disponíveis numa rede digital, como a Internet ou Intranet corporativa.
- 4) Podem atuar como serviços independentes apresentando interfaces de interação para com os seus fornecedores e clientes.
- 5) Esses processos podem ser utilizados por diferentes plataformas de software, desde que se definam formas padronizadas, como por exemplo na utilização das linguagens XML ou JSON, para comunicação e troca de dados entre essas plataformas (Erl, 2016; Nurseitov, Paulson, Reynolds, & Izurieta, 2011; Pautasso, 2008; Wolff, 2016).

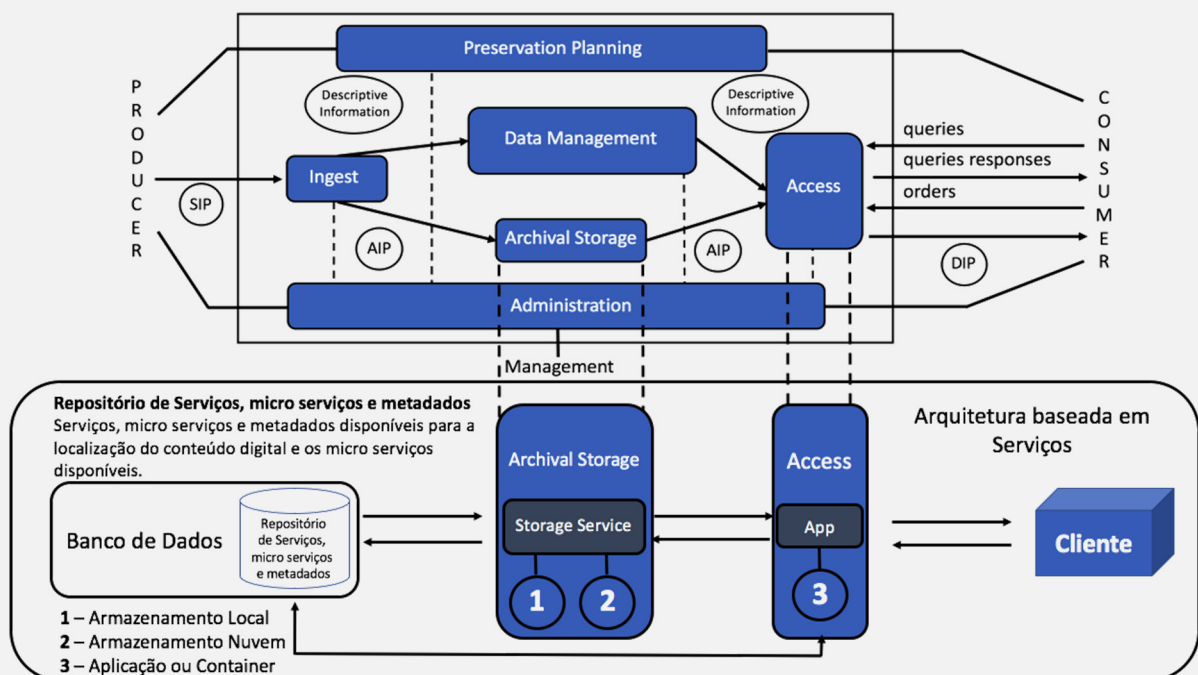


Figura 2. Proposta de Arquitetura Aberta baseada em SOA para as diferentes implementações do Modelo OAIS

Fonte: Elaboração nossa

Como pode ser visto na Figura 2, a proposta de uma Arquitetura de Software Orientada a Serviços possui as seguintes características:

Cliente – representa a entidade *Consumer* no modelo OAIS onde, de forma genérica, o serviço Cliente estabelece uma comunicação com a entidade *Access* com o objetivo de requisitar o acesso ao conteúdo digital requerido.

Access – entidade responsável pelo recebimento das requisições da entidade *Consumer* através do serviço *App*. Ao receber a requisição pela entidade *Consumer*, o serviço *App* estabelece uma conexão segura com um banco de dados distribuído denominado de 'Repositório de Serviços, micro serviços e metadados' para efetuar uma pesquisa de identificação dos serviços disponíveis e aos metadados associados e requeridos para acesso ao conteúdo digital requisitado. O número 3 representado na Figura 2, tem como objetivo demonstrar que o serviço *App* pode ser baseado: 1) numa simples aplicação do tipo navegador web, utilizado na interpretação de um objeto digital com formato JPEG, praticamente nativo na maioria dos clientes web; 2) numa aplicação que possua a necessidade de um ambiente computacional específico, para que o objeto digital seja interpretado e executado de forma correta.

Este trabalho sugere a utilização da tecnologia de *containers*¹ para a criação em tempo de execução (*on-demand*) de uma camada de virtualização e abstração de software aberto e suas dependências na apresentação e utilização do conteúdo digital para a entidade Cliente. Veja-se, por exemplo, um aplicativo desenvolvido na linguagem Python² que, para ser executado e interpretado de forma correta e eficiente, necessita de um ambiente que possua o *software* Python instalado, bem como todas as suas dependências. (Kacamarga, Pardamean, & Wijaya, 2015; Turnbull, 2015)

Archival Storage – processo responsável no armazenamento e na recuperação do conteúdo digital armazenado, através do serviço chamado *Storage Service*. O serviço *Storage Service* possibilita que o conteúdo digital possua características abertas e possa ser distribuído em forma de cópia ou replicação de dados em diferentes níveis de armazenamento nas organizações, com a finalidade de proteção do conteúdo digital, atendendo a uma das recomendações do modelo OAIS. Os números 1 e 2 representados na Figura 4 demonstram que o serviço *Storage Service* pode armazenar e recuperar o conteúdo de forma distribuída, baseando-se em serviços abertos de armazenamento de dados locais ou num modelo de armazenamento de dados baseado em serviços (Mell & Grance, 2011) na nuvem.

As comunicações e verificações utilizadas nesse modelo podem ser baseadas em consultas dos serviços para com o banco de dados 'Repositório de Serviços, micro serviços e metadados' na validação e verificação dos identificadores dos objetos, serviços, micro serviços, além dos metadados necessários para o acesso e a disponibilização do conteúdo digital.

O banco de dados 'Repositório de Serviços, micro serviços e metadados' foi utilizado no armazenamento dos serviços, micro serviços e metadados em todos os documentos utilizados no modelo de arquitetura de software orientado a serviços, tendo como objetivo proporcionar uma plataforma distribuída para consultas e verificações pelos serviços e micro serviços referentes à localização dos conteúdos digitais, bem como na construção dos pacotes de comunicação entre os componentes do modelo.

Para o armazenamento dos objetos do banco de dados 'Repositório de Serviços, micro serviços e metadados' optou-se pelo uso do formato JSON (JavaScript Object Notation), que é o formato utilizado

¹ Os *containers* são um método de virtualização de sistema operacional que permite executar uma aplicação e suas dependências em processos com recursos isolados – <https://aws.amazon.com/pt/containers>.

² Linguagem de Programação Python disponível em <https://www.python.org>.

para o armazenamento dos dados (documentos) pelo banco de dados MongoDB³ (Dasadia & Nayak, 2016); ou seja, um banco de dados não relacional de tecnologia NoSQL, adotado e recomendado pelos autores na implementação dessa proposta de arquitetura.

O banco de dados MongoDB é definido por Dasadia & Nayak (2016, p. 399) como "*a document-oriented, leading NoSQL database, which offers linear scalability, thus making it a good contender for high-volume, high-performance systems across all the business domains*", possuindo um modelo de dados, com características flexíveis na criação e na definição do esquema (*schema*) da estrutura de dados denominado de *dynamic schemas*⁴, possibilitando assim uma maior escalabilidade e alta disponibilidade em bases de dados distribuídas e em larga escala (Kulmukhametov & Becker, 2014).

A proposta apresentada nesse trabalho apresenta uma arquitetura orientada a serviços através de uma especificação, ainda que de alto nível, dos serviços a implementar nos processos *Archival Storage* e *Access* por eventuais futuras implementações de repositórios digitais que a elas aderissem.

A Figura 3 demonstra uma implementação de uma proposta de modelo (ou *design*) de uma Arquitetura de software Orientada a Serviços (SOA) focada nos processos *Archival Storage* e *Access*. O exemplo, demonstrado na Figura 3, possibilita a existência de 4 diferentes instituições [A, B, C, D] e suas respectivas implementações de seus repositórios digitais [A, B, C, D], onde os processos *Archival Storage* e *Access* passam a basear-se em um modelo de implementação de serviços e micro serviços através de um ambiente colaborativo e interativo na comunicação entre as diferentes implementações de software baseadas no modelo de referência OAIS.

A instituição A possui o repositório digital A e os processos *Archival Storage* e *Access* do modelo OAIS passam a ser implementados na modalidade de serviços e micro serviços. Da mesma forma, as outras instituições [B, C, D] participantes desse ambiente colaborativo passam a basear-se no mesmo modelo de implementação de serviços e micro serviços.

Caso um cliente da instituição A necessite de um serviço específico como, por exemplo, a proteção de um documento digital, e caso esse serviço não seja oferecido pelo repositório digital de sua instituição, o cliente passa a ter como opção a busca de serviços e micro serviços a serem oferecidos pelas outras instituições através desse modelo colaborativo.

Da mesma forma, caso uma instituição não possua acesso à um documento em específico, o cliente tem como opção, através do serviço colaborativo *Access*, a busca por esse documento, proporcionando assim a criação de um ambiente colaborativo e interativo na criação e troca de dados, informação e conhecimento, potencialmente desenvolvendo uma maior disseminação do uso da Ciência Aberta em um ambiente "nativamente aberto" e interoperável para as instituições, bem como seus usuários.

Todas as instituições [A, B, C, D] passam a possuir seus respectivos repositórios digitais, onde cada processo *Archival Storage* e *Access* são implementados baseando-se em serviços e micro serviços numa Arquitetura Orientada a Serviços, permitindo assim a criação de um ambiente colaborativo no uso e na troca de informações entre os diferentes repositórios permitindo assim aos usuários uma maior

³ MongoDB disponível em <https://www.mongodb.com>.

⁴ *Dynamic Schemas* são características da tecnologia NoSQL – <https://www.mongodb.com/nosql-explained>.

interoperabilidade e transparência na consulta e troca de informações entre as diferentes implementações de software baseadas no modelo OAIS.

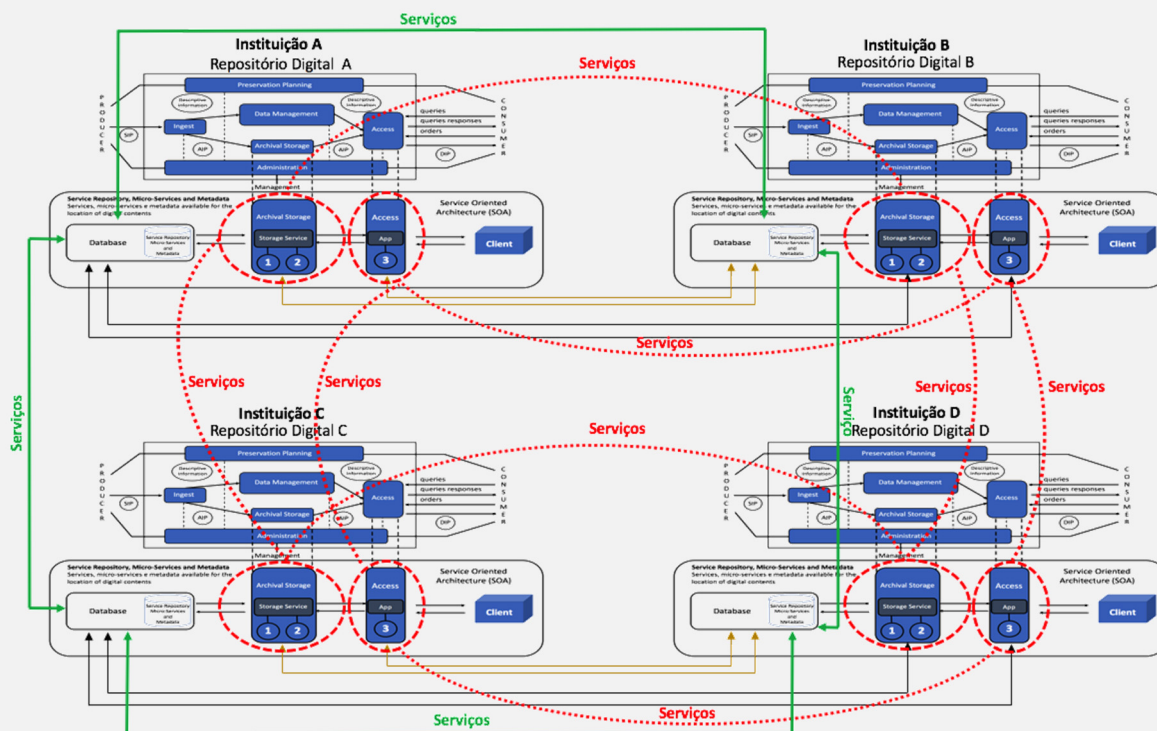


Figura 3. Proposta de Arquitetura Aberta e Colaborativa baseada em serviços na comunicação entre os processos *Archival Storage* e *Access* entre diferentes implementações baseadas no modelo OAIS

Fonte: Elaboração nossa

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de uma arquitetura de software baseada em uma Arquitetura Orientada a Serviços não resolve por completo todos os desafios existentes referentes ao processo da preservação digital, onde o domínio da preservação digital se refere ao "[...] planejamento, alocação de recursos e aplicação de métodos e tecnologias para assegurar que a informação digital de valor contínuo permaneça acessível e utilizável [...]" segundo Arellano (2008, p.43).

O processo de preservação digital não é um processo simples e abrange diversos outros aspectos - tecnológicos, humanos, organizacionais e sociais - além da definição de um planejamento ao nível da alocação de recursos e da aplicação de métodos e tecnologias que visam assegurar que a informação digital possa permanecer acessível e utilizável por um longo período de tempo.

A adoção de uma Arquitetura Orientada a Serviços na implementação do modelo OAIS tem como objetivo a criação de um ambiente cooperativo e distribuído de serviços no âmbito tecnológico da preservação digital. Da análise do modelo conclui-se que tal permitiria que os componentes do modelo OAIS poderiam ser desenvolvidos de forma mais simples e rápida, enquanto componentes numa rede distribuída de serviços e micro serviços, potenciando assim a criação e implementação de novos processos de negócio, de uma forma mais dinâmica e flexível para as organizações, bem como a

abstração no seu desenvolvimento e a interoperabilidade entre diversas plataformas (Papazoglou, Traverso, Dustdar, Leymann, & Krämer, 2006; Queiroz, 2009).

A finalidade deste trabalho foi o estudo preliminar de uma proposta de modelo (ou *design*) de uma Arquitetura aberta de software Orientada a Serviços (SOA) focada nos processos *Archival Storage e Access*. A utilização desse modelo de implementação tem como objetivo oferecer, para as diferentes implementações de ferramentas de preservação digital, características flexíveis baseadas num modelo colaborativo e distribuído de serviços e micro serviços, visando garantir consistência e interoperabilidade, na dimensão tecnológica do desenvolvimento das diversas ferramentas de preservação digital, tendo por referência o modelo OAIS.

Conclui-se que a utilização de uma Arquitetura Orientada a Serviços oferece um potencial inexplorado no domínio da preservação digital, proporcionando uma plataforma de serviços e micro serviços integrada, interoperável e colaborativa na preservação de conteúdos digitais, e, possibilitando que os materiais digitais estejam disponíveis e acessíveis para as próximas gerações, configurando assim um rico património para uma melhor compreensão da cultura e da história de uma sociedade numa nova era digital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allinson, J. (2006). OAIS as a reference model for repositories. *Education*, 1–17. Retrieved from <http://eprints.whiterose.ac.uk/3464>

Arellano, M. (2008). Critérios para a preservação digital da informação científica. *Brasília (DF)*, 354. Retrieved from http://eprints.rclis.org/12649/1/Tese_Miguel_Angel_Márdero_Arellano.pdf?origin=publicationDetail

Boeres, S. A. D. A., & Arellano, M. A. M. (2005). POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS DE PRESERVAÇÃO DE DOCUMENTOS DIGITAIS.

Corujo, L. M. N. (2014). Repositórios Digitais e Confiança Um exemplo de repositório de Preservação Digital: o RODA.

Council on Library and Information Resources. (2002). The State of Digital Preservation: An International Perspective. In *Conference Proceedings* (pp. 1–95). Washington, D.C. Retrieved from <http://www.clir.org>

Dasadia, C., & Nayak, A. (2016). MongoDB Cookbook - Second Edition. Packt Publishing. ISBN 978-1-78528-998-9

Day, M. (Digital C. C. (2006). The OAIS Reference Model. In *Reference Models meeting*. Retrieved from <http://www.ukoln.ac.uk/>

De Souza, A. H. L. R., De Oliveira, A. F., D'Avila, R. T., & Chaves, E. da S. S. (2012). O modelo de referência OAIS e a preservação digital distribuída. *Ci. Inf. Brasília*, 41(1), 65–73.

Degan, J. O. C. (2005). *Integração de dados corporativos: uma proposta de arquitetura baseada em serviços de dados*. Universidade de Campinas.

- Erl, T. (2016). *Service-Oriented Architecture: Analysis and Design for Services and Microservices*. Pearson Education. Library of Congress Control Number: 2016952031 and ISBN-10: 0-13-385858-8
- Ferreira, C. A. S. (2011). *Preservação da Informação Digital: uma perspectiva orientada para as bibliotecas*.
- Ferreira, M. (2006). *Introdução à Preservação Digital - Conceitos, estratégias e actuais consensos. Escola de Engenharia Da Universidade Do Minho*, 1–88.
- Ferreira, S., Gadelha, Z., Silva, A., & Evangelista, G. (2013). LOCKSS - USP Uma iniciativa de Preservação Digital. *SIBi - Sistema Integrado de Bibliotecas Universidade de São Paulo*, (Encontro de Gestão de Informática da USP), 1. Retrieved from <http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/43832>
- Furtado, C., Pereira, V., Azevedo, L., Baião, F., & Santoro, F. (2009). *Arquitetura Orientada a Serviço - Conceituação. Relatórios Técnicos Do Departamento de Informática Aplicada - UNRIO*, 12, 65 pp.
- Kacamarga, M. F., Pardamean, B., & Wijaya, H. (2015). Lightweight Virtualization in Cloud Computing for Research. In *Ccis* (Vol. 516, pp. 439–445). https://doi.org/10.1007/978-3-662-46742-8_40
- Kulmukhametov, A., & Becker, C. (2014). Content Profiling for Preservation : Improving Scale , Depth and Quality. *Springer International Publishing Switzerland*, 1–11. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12823-8_1
- Kuroiwa, M. A. (2011). Reflexões sobre a Arquitetura Orientada a Serviço e o Surgimento de uma Nova Disciplina, a Engenharia de Software de Serviço.
- Lavoie, B. (2014). *The Open Archival Information System (OAIS) Reference Model: Introductory Guide (2nd Edition)*. Digital Preservation Coalition.
- Lumpa, M., Munyaradzi, N., & Suleman, H. (n.d.). Interconnecting DSpace and LOCKSS.
- Management Council of the Consultative Committee for Space Data Systems. (2012). REFERENCE MODEL FOR AN OPEN ARCHIVAL INFORMATION SYSTEM (OAIS). *CCSDS, 650.0-M-2(2)*, 135 p.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. *NIST - National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-145*, 7.
- Nurseitov, N., Paulson, M., Reynolds, R., & Izurieta, C. (2011). Comparison of JSON and XML Data Interchange Formats: A Case Study.
- Papazoglou, M., & Georgakopoulos, D. (2003). Service-Oriented Computing. *Communications of the ACM*, 46(10).
- Papazoglou, M., Traverso, P., Dustdar, S., Leymann, F., & Krämer, B. (2006). Service-Oriented Computing Research Roadmap. In *Dagstuhl Seminar Proceedings 05462* (p. 29 pp.).
- Pautasso, C. (2008). REST vs. SOAP: Making the Right Architectural Decision. Retrieved from <http://www.pautasso.info>

Queiroz, P. G. G. (2009, December 14). *Uma abordagem de desenvolvimento de linha de produtos com uma arquitetura orientada a serviços*. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo, São Carlos. <https://doi.org/10.11606/D.55.2009.tde-06042010-101649>

Sayão, L. F. (2011). REPOSITÓRIOS DIGITAIS CONFIÁVEIS PARA A PRESERVAÇÃO DE PERIÓDICOS ELETRÔNICOS CIENTÍFICOS. *Ponto de Acesso - ICI - UFBA*, 4(3), 68–94.

Schroth, C., & Janner, T. (2007). Web 2.0 and SOA: Converging Concepts Enabling the Internet of Services. *IEEE Computing Society*, 1520–9202(7), 36–41.

Tansley, R., Bass, M., & Smith, M. (2003). DSpace as an Open Archival Information System: Current Status and Future Directions. *LNCS*, 2769, 446–460.

Turnbull, J. (2015). *The Docker Book: Containerization is the new virtualization*. James Turnbull. Kindle Edition.

Wolff, E. (2016). *Microservices: Flexible Software Architecture*. Addison-Wesley. Library of Congress Control Number: 2016952028 and ISBN-10: 0-134-60241-2