
OS IMPACTOS DA OBSOLESCÊNCIA TECNOLÓGICA FRENTE À PRESERVAÇÃO DE DOCUMENTOS DIGITAIS

The impacts of technological obsolescence in the preservation of digital records

Henrique Machado dos Santos (1), Daniel Flores (2)

(1) Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Santa Maria - RS, 97105-900, henrique.hms.br@gmail.com (2) dfloresbr@gmail.com

Resumo

Este estudo tem por objetivo realizar uma reflexão sobre os impactos da obsolescência tecnológica nas atividades de preservação digital para ressaltar suas principais limitações teóricas e apontar meios de minimizar estes efeitos em longo prazo. A metodologia utilizada consiste no levantamento bibliográfico de materiais previamente publicados e apresenta uma breve revisão de literatura sobre a obsolescência tecnológica. Dentre as questões abordadas, destaca-se a necessidade de definir políticas institucionais, bem como, implementar estratégias de preservação e sistemas informatizados. Desta forma, estima-se desenvolver um ambiente confiável para minimizar os efeitos da obsolescência tecnológica e garantir manutenção da autenticidade dos documentos digitais em longo prazo. Por fim, observa-se que a obsolescência manifestada em nível de software se apresenta como o desafio de maior pertinência para a comunidade de preservação, pois ainda não há teorias e nem práticas que comprovem a solução deste problema.

Palavras-chave: Obsolescência tecnológica; Preservação digital; Documentos digitais; Políticas institucionais; Sistemas informatizados.

1 Introdução

A preservação de documentos digitais está diretamente relacionada à definição de políticas institucionais, bem como, à implementação de estratégias e sistemas informatizados, tendo como objetivo final, garantir a longevidade dos documentos custodiados. Entretanto, durante o processo de preservação, há diversas intempéries que poderão depreciar os documentos digitais, dentre elas, pode-se citar a obsolescência tecnológica, seja ela manifestada em nível de *hardware*, *software* ou suporte.

A obsolescência tecnológica está presente em todos os setores que dependem de alguma forma, das tecnologias, isto inclui desde as grandes máquinas até os microchips. O ciclo de obsolescência é sempre o mesmo: surge uma nova tecnologia; ocorre uma adesão ou repulsa por parte dos usuários; ocorre um declínio desta tecnologia; e, por fim, torna-se obsoleta em virtude do

Abstract

This study aims to reflect on the impacts of technological obsolescence on digital preservation activities to highlight their main theoretical limitations and to point out ways to minimize these effects in long term. The methodology used consists of a literature review of previously published materials and presents a brief review of the literature on technological obsolescence. Among the issues addressed, we highlight the need to define institutional policies, as well as implement preservation strategies and computerized systems. In this way, the development of a reliable environment is estimated to minimize the effects of technological obsolescence and ensure the maintenance of the authenticity of digital records in long term. Finally, it is observed that obsolescence in level of software presents itself as the challenge of greater relevance to the preservation community, since there are still no theories or practices that prove the solution of this problem.

Keywords: Technological obsolescence; Digital preservation; Digital records; Institutional policies; Computerized systems.

surgimento de outra nova tecnologia, a qual perpassa por este mesmo ciclo.

Neste ciclo, a variável “tempo” não tem um valor definido, pois não há como prever de maneira exata, qual será a longevidade das ferramentas. Tal fato demonstra que tecnologias obsoletas podem estar sendo utilizadas atualmente, e conseqüentemente, produzindo documentos digitais, o que se configura como um fator de risco à sua preservação.

A moderna administração encontra no computador uma ferramenta para criação, tramitação, disseminação e preservação das informações necessárias ao cumprimento das suas atividades. Desta forma, parte da memória organizacional está sendo registrada no meio digital, através de suportes extremamente frágeis, cujo conteúdo pode ser apagado sem deixar vestígios (Fillion, 1998).

Neste sentido, a questão da preservação de documentos digitais tornou-se fundamental nos dias de hoje, a qual deverá ser discutida por profissionais que atuam em arquivos, bibliotecas, centros de documentação, entre outras instituições. O estudo em conjunto das tendências das tecnologias poderá minimizar os efeitos da obsolescência tecnológica, e assim, garantir a salvaguarda deste patrimônio em formato digital.

Considerando o contexto apresentado, tem-se por objetivo realizar uma reflexão com base na revisão de literatura, analisando os impactos da obsolescência tecnológica a fim de apontar as principais limitações teóricas. A metodologia consiste em um levantamento bibliográfico de materiais previamente publicados nos últimos 20 anos, com ênfase nos trabalhos mais recentes, apresentando assim, um panorama do problema da obsolescência tecnológica. Tal levantamento é composto por livros, teses, dissertações, anais de eventos, sítios da *Internet* e artigos de periódicos científicos pesquisados no *Google Scholar*. Os dados coletados nestas fontes são analisados de forma qualitativa e estruturados em seções temáticas (Gil, 2010; Luna, 1997; Silva e Menezes, 2005).

2 Uma breve contextualização

Para se chegar ao problema da obsolescência tecnológica é preciso traçar um caminho referente à evolução das tecnologias da informação, e este caminho se inicia com a produção e o armazenamento de documentos em meio digital. Os primeiros sinais de dependência surgiram a partir do momento em que parte da informação produzida começou a ser registrada em suportes eletrônicos, pois estes eram somente acessíveis por meio de equipamentos eletrônicos, como por exemplo, o computador.

A história da humanidade é marcada por transformações, dentre elas, os avanços tecnológicos ocorridos durante o século XX e início do século XXI, especialmente no âmbito das tecnologias da informação e comunicação. Como consequência destes avanços qualquer documento produzido em suporte analógico também poderá ser produzido ou representado em meio digital. Desta forma, as atividades de pesquisa sobre preservação digital vêm se tornando questões fundamentais para a garantia do acesso em longo prazo (Bodé, 2007; Innarelli, 2007; Santos, 2005).

O meio digital transformou o conceito de preservação: que antes, tradicionalmente analógica, se limitava à garantia da integridade física dos objetos; e agora, tem na manutenção da integridade intelectual sua principal característica (Conway, 2001). Logo, os acervos se tornaram mistos, compostos por documentos em suportes analógicos e digitais, sendo que a preservação digital surge em virtude das peculiaridades dos suportes eletrônicos.

A especificidade do documento digital em seu contexto tecnológico afeta diretamente o acesso e o uso de seus conteúdos, aumentando a complexidade dos acervos digitais. Pode-se dizer que a fragilidade do documento digital é um dos grandes desafios contemporâneos para profissionais e pesquisadores que buscam garantir o acesso em longo prazo (Sayão, 2010). Diante desta situação de grandes incertezas, a cooperação entre arquivos, bibliotecas, museus, editores e desenvolvedores, torna-se fundamental à preservação em longo prazo da memória coletiva (Saramago, 2004).

Observa-se que as instituições de memória têm o papel de tornar possível a recuperação da informação, atendendo aos diversos interesses do público geral (Bellotto, 2006). Neste contexto, arquivos, bibliotecas, museus e centros de documentação encontram as mesmas dificuldades: a preservação do “novo”, daquilo que ainda é, por vezes, “desconhecido” aos acervos. No entanto, o documento digital já não é mais nenhuma novidade, e mesmo assim, a preocupação em relação a sua preservação é muito recente, e por vezes, pouco aprofundada.

É fundamental compreender que os documentos em meio digital correm um risco contínuo, e por isso, nunca sobreviverão de maneira inerte, da mesma forma que os seus equivalentes em suportes analógicos, como por exemplo, o papel (Santos e Flores, 2014; Sayão e Sales, 2012). Desta forma, observa-se que a fragilidade de seu suporte e as constantes mudanças tecnológicas são as maiores ameaças quanto à preservação em longo prazo. Granger (2000) alertou que os problemas relacionados à preservação digital surgiram quando os avanços tecnológicos ainda estavam em um ritmo lento. Logo, a tendência é que o desafio se torne mais complexo.

Após esta breve contextualização, observa-se que a obsolescência tecnológica é uma consequência da evolução das tecnologias, e que os documentos digitais estão condicionados aos seus efeitos. Considerando que a obsolescência tecnológica pode se manifestar em nível de *hardware*, *software* e suporte, torna-se vital conhecer as dimensões deste problema a fim de evitar ou mesmo minimizar seus efeitos.

3 Os impactos da obsolescência e a evolução da tecnologia

A obsolescência tecnológica é o principal empecilho para a preservação digital em longo prazo (Hedstrom, 2001; Santos, 2005). Tal fato reforça a necessidade de se utilizarem políticas institucionais e tecnologias adequadas para minimizar os seus impactos.

A longevidade da informação em meio digital está seriamente ameaçada pela rápida obsolescência tecnológica de *hardware*, *software*, formatos de arquivo e suportes (Brasil, 2004). Desta forma, os ciclos de obso-

lescência cada vez menores e a fragilidade dos suportes estão causando a inacessibilidade aos documentos digitais, o que se configura como uma grande vulnerabilidade destes registros (Lopes, 2008; Rocha e Silva, 2007).

Os ciclos de obsolescência representam um fator diferencial na preservação de documentos digitais. Observa-se que estes registros dependem de um conjunto tecnológico que se torna obsoleto em pouco tempo, diferentemente do que acontece com os documentos em suporte analógico. Enquanto a preservação de um suporte analógico como o papel é de “décadas”, “séculos” e “milênios”, para os documentos digitais se pensa em “décadas”, “anos” e até mesmo “meses” (Santos, 2005). Há uma grande diferença quanto à preservação digital e a analógica, este desequilíbrio é causado pela obsolescência tecnológica e justificado pelas complexidades e especificidades dos documentos digitais.

Considerando que há documentos digitais que devem permanecer acessíveis por longo prazo, torna-se inevitável que ocorram problemas decorrentes da obsolescência tecnológica. De tal forma, o problema se tornará ainda maior em virtude do volume de documentos digitais acumulados ao longo do tempo (Heminger e Robertson, 2000). Um maior número de documentos implica no aumento da responsabilidade pela custódia, da mesma forma, há maior diversidade de materiais digitais. Neste sentido, as atividades de preservação digital se tornam mais complexas e conseqüentemente, exigem maiores investimentos.

É certo que a tecnologia da informação continuará evoluindo, e desta forma, gerações de *hardware*, *software* e suportes se tornarão obsoletas. E mesmo transferindo uma cópia idêntica dos documentos digitais para novos suportes, poderão ocorrer erros de incompatibilidade entre o *software* criador e o “novo” *software* utilizado na interpretação dos documentos (Hedstrom, 2001). Desta forma, torna-se fundamental garantir a interoperabilidade entre os *softwares* a fim de evitar erros de leitura ocasionados pela incompatibilidade entre versões e formatos.

A praticidade e a eficiência das ferramentas de tecnologia da informação vêm proporcionando novos avanços para a sociedade, remodelando o seu comportamento em áreas como as de pesquisa e de trabalho. Na era das tecnologias da informação, toda forma de comunicação está evoluindo, e todas estas formas estão se tornando obsoletas.

Neste sentido, observa-se, por exemplo, que os novos suportes são peças transitórias, e por isto é necessário transferir o seu conteúdo sempre que se tornarem obsoletos. O *hardware* e o *software* também se tornam obsoletos, assim como o material humano, pois as rápidas transformações precisam ser acompanhadas, compreendidas e estudadas pelos profissionais (Manini, 2008).

Ressalta-se que a rápida obsolescência das tecnologias vem causando incertezas quanto ao contexto tecnológico de *hardware*, *software* e suporte, e desta forma, até mesmo os conhecimentos sobre as tecnologias atuais correm o risco de serem esquecidos no futuro. Logo, a preocupação com o conhecimento sobre as tecnologias reforça a necessidade de se discutir sobre as práticas de gestão do conhecimento, de modo que venham a apoiar as atividades de preservação digital em longo prazo.

4 Fragilidades das mídias de armazenamento

Além do conhecimento sobre a obsolescência tecnológica e suas implicações, há de se chamar a atenção para uma questão ainda mais sensível, a fragilidade dos suportes. A obsolescência pode se manifestar em um curto período de tempo, mas dentro deste intervalo, poderão existir ciclos ainda mais curtos de degradação da mídia, seja uma degradação natural ou ocasionada por outros fatores.

A rápida evolução da tecnologia da informação torna *hardware*, *software* e formatos obsoletos em ciclos cada vez mais curtos, dificultando o acesso aos registros digitais. Além da obsolescência tecnológica, outro problema é a fragilidade do suporte digital que em poucos anos pode se danificar e impossibilitar a compreensão do documento. [...] no caso dos documentos digitais, um só *bit* danificado impossibilita a leitura de todo o documento (Rocha e Silva, 2007, p. 115-116).

Observa-se que o documento digital é muito vulnerável, pois a informação registrada pode ser perdida em virtude de um dano ao suporte. Além disso, problemas como a manipulação, a frequência de uso e os defeitos de fabricação podem diminuir a vida útil do suporte (Innarelli, 2007).

A deterioração e a perda do suporte são graves problemas quando os materiais digitais não estão integrados em sistemas informatizados que realizem a manutenção sistemática dos documentos, bem como as rotinas de *backup* (Hedstrom, 2001). Salienta-se que os sistemas de gestão podem proporcionar maior segurança aos documentos, no entanto, os riscos de perda em virtude da fragilidade dos suportes nunca devem ser descartados, o que reforça a necessidade de rotinas de *backup*. E mesmo assim, estas cópias de segurança não são um fim, e sim uma precaução, ou seja, o *backup* é um procedimento que deve apoiar as práticas de segurança.

Destaca-se que o uso de sistemas informatizados centraliza as atividades de preservação e minimiza a dispersão de mídias de armazenamento no acervo. A reunião dessas “coleções” de suportes facilita o monitoramento e a identificação de vulnerabilidades. Desta forma, o tratamento poderá ser mais preciso evitando documentos em formatos obsoletos ou armazenados em suportes obsoletos.

5 Recuperação da informação

As sequências de *bits* velhos nos quais são representados *softwares* e formatos nunca morrem, eles apenas se tornam ilegíveis (Rothenberg, 1999). Ao se interromper o suporte às plataformas, perde-se apenas o acesso às informações em virtude da falta de compatibilidade entre as tecnologias (Thomaz e Soares, 2004). Desta forma, enquanto a sequência de *bits* estiver intacta será possível recuperar o acesso à representação do seu conteúdo. Para isto, será preciso utilizar uma ferramenta que interprete a codificação obsoleta ou transcreva-a para tecnologias recentes.

Acessar sistemas obsoletos ou recuperar documentos digitais inativos em sistemas operacionais são atividades que podem envolver custos no processo de cópia e de programação. Deve-se considerar também a necessidade de *softwares* e *hardwares* especiais para estas atividades (Interpares 2 Project, 2007a). Os custos para a recuperação dos documentos digitais oriundos de sistemas obsoletos podem variar, e isto compreende desde um simples refrescamento de suporte ou conversão de formato até o desenvolvimento de um *hardware* ou *software* específico para a sua interpretação.

A capacidade de reprodução da informação digital torna-a, teoricamente, invulnerável às ações do tempo, entretanto, o suporte não possui tais características (Rothenberg, 1999). Além disso, o acesso aos documentos digitais depende de um *software* interpretador, o qual deve processar corretamente as sequências de *bits*, e ainda ser capaz de interoperar com outros *softwares*. Neste caso, não se recomenda o uso de *softwares* incompatíveis com versões anteriores ou com versões posteriores, pois estes *softwares* dificultam o acesso aos documentos digitais em longo prazo (Interpares 2 Project, 2007b).

Observa-se que não basta apenas assegurar a preservação do suporte e da integridade lógica dos documentos sem uma tecnologia que decodifique corretamente as sequências de *bits* salvas. Neste sentido reforça-se a necessidade de se utilizar *softwares* capazes de recuperar diversos formatos de arquivos.

Além das preocupações com o suporte e o *software*, a questão do *hardware* poderá influenciar na recuperação dos documentos. A compatibilidade de *hardware* é fundamental nas atividades de preservação digital, a fim de evitar a dependência de uma tecnologia específica. Neste sentido, chama-se a atenção para o *hardware* de arquitetura aberta, bem como o compatível com padrões internacionais (Innarelli, 2007).

Além dos problemas com o *hardware* e o suporte, há questões relacionadas aos *softwares*. Isto implica nas tecnologias utilizadas para a interpretação dos documentos, bem como as tecnologias utilizadas para a gestão, preservação e acesso. Neste sentido, o uso de pa-

drões abertos torna-se essencial para potencializar a preservação e garantir o acesso em longo prazo.

O uso de sistemas gerenciadores de código fechado pode causar dependência do acervo com relação a um determinado desenvolvedor, assim, o acesso aos documentos digitais fica subordinado aos contratos de manutenção e atualização. Deve-se considerar ainda que todos os sistemas ficam obsoletos, necessitando de uma migração contínua. Caso o sistema não seja migrado ou ocorra uma falha que o impeça de operar, os documentos digitais armazenados ficarão inacessíveis (Innarelli, 2007). Tais fatos apontam a importância do uso de padrões abertos, pois desta forma diminuem-se os riscos de inacessibilidade aos documentos, bem como diminuem os gastos com licenças de *softwares* proprietários.

A recuperação da informação contida nos documentos digitais depende de um conjunto de boas práticas de preservação digital, isto compreende a escolha de *hardware*, *software*, suportes, estratégias e sistemas informatizados, os quais devem estar implícitos na definição de políticas institucionais.

6 Estratégias de preservação digital

A preservação digital deve acompanhar a evolução das tecnologias, além de garantir que os documentos digitais criados no passado em outros formatos e suportes sejam corretamente interpretados no futuro (Lopes, 2008). E logicamente, para minimizar ou até mesmo evitar os problemas decorrentes da obsolescência tecnológica, será preciso implementar diferentes estratégias de preservação digital.

o crescente volume de informação em formato digital não permite mais que as instituições mantenham um posicionamento conservador ou indiferente quanto à adoção de estratégias para a preservação digital. O cenário de relativa estabilidade alcançado com a preservação de informação na “era papel”, está definitivamente ameaçado pela propagação da nova informação digital através de *hardware*, *software* e mídia, com ciclos de vida cada vez menores (Thomaz e Soares, 2004).

A implementação de estratégias operacionais torna-se fundamental para garantir o acesso em longo prazo aos documentos. Neste sentido, diversos autores apontam, como possíveis soluções, as estratégias de migração, emulação, encapsulamento, refrescamento e preservação da tecnologia. No entanto, há um consenso de que nenhuma destas estratégias resolverá o problema da preservação se implementada de maneira isolada (Baggio e Flores, 2013; Corrêa, 2010; Ferreira, 2006; Grácio e Fadel, 2010; Hedstrom, 2001; Heminger e Robertson, 2000; Lopes, 2008; Márdero Arellano, 2008; Rothenberg, 1999; Santos e Flores, 2014; 2015a; 2015b; Santos, 2005; Saramago, 2002; Thibodeau, 2002; Thomaz, 2004).

As estratégias estão centradas em preservar três níveis do objeto digital: o objeto físico, o objeto lógico e o objeto conceitual. O objeto físico se restringe ao *hardware* e ao suporte, o objeto lógico se refere aos *softwares* e as sequências de bits e o objeto conceitual tem foco no que é representado visualmente.

Cada estratégia prioriza um nível do objeto, fato que denota a necessidade de se utilizar diversas estratégias para contemplar os três níveis do objeto digital. Desta forma, com a implementação das estratégias de preservação digital pode-se minimizar parte dos efeitos decorrentes da obsolescência tecnológica, aumentando a perspectiva de acesso em longo prazo.

6.1 Preservação do nível físico

Uma estratégia que se concentra na preservação do nível físico tem por fundamento manter a integridade física do documento digital. Ressalta-se que mesmo sendo acessível por meio de equipamento eletrônico, o documento digital está armazenado fisicamente em algum suporte.

6.1.1 Refrescamento

As estratégias de refrescamento atuam na preservação do nível físico do objeto, reduzindo os efeitos da obsolescência e da degradação do suporte. Pode-se dizer que o ato de recopiar os conteúdos em suportes mais novos configura uma atividade fundamental para garantir o acesso aos documentos digitais.

Este procedimento de recopiar é essencial, pois, caso os suportes sejam danificados fisicamente, os documentos digitais armazenados serão perdidos para sempre, diferente do que ocorre quando são excluídos da memória do computador. A exclusão lógica, através da lixeira, por exemplo, é passível de reversão, em contrapartida, a perda física é irreversível.

6.2 Preservação do nível lógico

As estratégias baseadas na preservação do nível lógico têm por finalidade recuperar os documentos digitais com alto grau de fidedignidade, sem quaisquer manipulações de conteúdo. A preservação de tecnologia, a emulação e o encapsulamento são exemplos de estratégias que preservam o nível lógico do objeto digital, desta forma, garantem a integridade da sequência de *bits* original.

6.2.1. Preservação de tecnologia

A preservação de tecnologia tem por objetivo a manutenção de todo o *hardware* e *software* utilizados na concepção dos documentos digitais, criando assim, um “museu tecnológico”. Desta forma, com a preservação do contexto tecnológico original é possível garantir uma interpretação fidedigna dos documentos.

Entretanto, esta estratégia causa grande dependência de *hardwares* e *softwares* específicos, o que vem a agravar os impactos da obsolescência tecnológica em longo prazo. Além disso, os custos com manutenção se tornam elevados, havendo também, dificuldades para encontrar peças de reposição e profissionais capacitados.

6.2.2 Emulação

As estratégias de emulação possuem a vantagem de eliminar a dependência de um *hardware* específico. Desta forma, poderão reproduzir tanto sistemas quanto plataformas específicas, simulando o comportamento de *hardware* e *software*.

Observa-se que a emulação se torna fundamental em contextos onde há documentos com funcionalidades que são indispensáveis para a sua representação. Tendo em vista esta vantagem, destaca-se que é possível preservar os mais diversos recursos de interatividade com alto grau de fidedignidade.

No entanto, o acesso aos documentos torna-se dependente do *software* emulador, o qual também poderá sofrer obsolescência com o tempo. Além disso, o uso de emuladores pode exigir conhecimentos avançados sobre informática, além disso, caso seja necessário desenvolver um emulador, este também demandará custos elevados. Neste ponto, observa-se que o uso desta estratégia requer um planejamento de longo prazo, em virtude de suas complexidades e da obsolescência implícita no *software* emulador.

6.2.3 Encapsulamento

As estratégias de encapsulamento têm por objetivo reunir todo o material necessário para a correta interpretação dos documentos, possibilitando recuperá-los através do desenvolvimento de emuladores, conversores ou visualizadores. Para tornar o encapsulamento mais eficaz, deve-se inserir junto ao conteúdo encapsulado, uma descrição dos componentes digitais inseridos neste pacote para compreender o seu funcionamento.

O encapsulamento pode ser utilizado, mais especificamente, na preservação de documentos textuais, através da técnica de conversão para PDF/A1. Desta forma, é possível agregar forma fixa (no caso textual), e conteúdo estável (o texto propriamente dito). As fontes utilizadas na redação do documento textual são encapsuladas junto ao documento no formato PDF, constituindo um único objeto digital, e claro, demandando maior espaço lógico de armazenamento.

No entanto, uma das desvantagens desta abordagem é a demanda por maior espaço lógico de armazenamento em virtude dos componentes anexados no pacote para encapsulamento. Além disso, o conteúdo a ser encapsulado deve passar por rigorosas verificações de vírus, evitando futuros danos aos demais materiais armazenados.

6.3 Preservação do nível conceitual

A preservação do nível conceitual enfatiza a apresentação do documento. É correspondente ao conteúdo visualizado por humanos, diferentemente do nível físico e lógico, interpretado por periféricos e *softwares*, respectivamente.

6.3.1 Migração

As estratégias de migração têm por objetivo garantir a compatibilidade e a representação fidedigna do conteúdo dos documentos digitais. Através da migração é possível atualizar os formatos e as versões dos documentos a fim de mantê-los sempre compatíveis com as tecnologias atuais, evitando problemas de obsolescência.

Entretanto, as estratégias de migração causam alterações nas sequências de *bits*, e desta forma, sucessivas migrações podem causar erros de representação, perda ou acréscimo de dados. Além disso, com o passar do tempo, os desenvolvedores deixam de disponibilizar atualizações de seus produtos, ocorrendo assim, a descontinuidade de determinados *softwares*. Este entrave torna necessária a conversão dos formatos de arquivo para outra tecnologia compatível, ou mesmo utilizar outra estratégia de preservação.

7 Preservação digital versus obsolescência tecnológica

Tendo em vista o problema da obsolescência tecnológica, pode-se dizer que é indispensável discutir a implementação de políticas, estratégias e sistemas para a preservação digital em longo prazo. Neste sentido, é preciso considerar o contexto de mídias frágeis, de ciclos de obsolescência cada vez mais curtos, e novas tecnologias que apontam para um futuro cada vez mais incerto.

7.1 Políticas de preservação

A preservação de documentos digitais exige a definição de políticas institucionais *a priori*, após sua definição será possível elaborar o plano de preservação contemplando estratégias de preservação com eficácia comprovada. Nesta etapa, torna-se essencial definir quais serão as propriedades significativas dos documentos que serão preservadas, assim como verificar a conformidade com os conceitos de fixidez (Santos; Flores, 2015c). Observa-se que o estabelecimento de um conjunto de políticas organizacionais é um requisito para minimizar os efeitos da obsolescência tecnológica. No entanto, um breve estudo deve ser feito para embasar a sua definição, perpassando por todo o *hardware*, *software*, suporte e conhecimento envolvido neste processo.

Trabalhar com preservação digital pressupõe alguém responsável pelo projeto, o gestor, o responsável por selecio-

nar o pessoal para a tarefa, aquele que vai determinar o que vai ser feito, decidir o método de trabalho a ser realizado, gerir a relação entre as pessoas que trabalham e os outros elementos da instituição, como flexibilidade, objetividade, confiança na equipe com a qual trabalha e a divisão de tarefas (Boeres e Cunha, 2012, p. 109).

Observa-se que a definição de uma política de preservação digital será a primeira etapa para contornar os efeitos da obsolescência tecnológica. Desta forma, com objetivos traçados, equipe qualificada e recursos disponíveis, será possível prosseguir as atividades com proficiência.

7.2 Estratégias

No que tange as estratégias, pode-se designar possíveis aplicações para preservação de tecnologia, refrescamento, emulação, encapsulamento e migração. Ressalta-se que a implementação destas estratégias dependerá do contexto tecnológico no qual os documentos se situam.

A preservação de tecnologia pode ser perfeitamente implementada em curtos períodos de tempo, até que se tenha uma alternativa confiável para se preservar os registros. Destaca-se que esta estratégia não minimiza os efeitos da obsolescência tecnológica, e deverá ser substituída sempre que possível para não agravar a dependência de plataformas específicas.

O refrescamento deve ser um procedimento obrigatório no plano de preservação, acompanhando as outras estratégias do acervo. Observa-se que o refrescamento atua na prevenção, transferindo o conteúdo de mídias potencialmente obsoletas ou com risco de deterioração.

A emulação deve ser implementada em contextos onde a aparência, ou seja, a forma manifestada do documento é fundamental para a sua cognição. No entanto, é preciso atentar para o risco de obsolescência dos emuladores. Esta estratégia poderá substituir facilmente a preservação de tecnologia.

O encapsulamento deverá ser escolhido sempre que possível, pois o único fator negativo de sua implementação é a demanda por maior espaço de armazenamento lógico. Tal fato por ser minimizado se comparado às vantagens de se ter todos os materiais necessários para a interpretação dos documentos. Desta forma, com a implementação do encapsulamento pode-se conhecer o contexto tecnológico dos documentos de forma mais aprofundada. Além disso, o encapsulamento é muito eficaz na preservação de documentos de texto.

As estratégias de migração são mais relevantes em contextos onde não haja documentos com recursos interativos, ou quando a aparência dos documentos pode sofrer alterações sem perder o sentido. A facilidade de implementação e os baixos custos fazem da migração uma importante estratégia para a preservação em longo prazo. No entanto, é preciso registrar todas as altera-

ções proferidas sobre o documento e seus respectivos componentes digitais.

As estratégias de migração, emulação, refrescamento, encapsulamento e preservação de tecnologia, são, atualmente, as principais estratégias de preservação digital, e possuem uma série de vantagens e desvantagens. No entanto observa-se que a obsolescência tecnológica vem questionando a eficácia das estratégias de preservação existentes (Márdero Arellano, 2008), pois os estudos sobre preservação digital não vêm acompanhando os ciclos de obsolescência cada vez mais curtos.

Em resumo, é preciso propor e testar diversas soluções, dentre estas, é essencial aperfeiçoar as estratégias existentes e desenvolver novas estratégias. No entanto, a eficácia das soluções somente será conhecida em longo prazo, o que reforça a necessidade de pesquisa e precaução.

7.3 Sistemas informatizados para gestão e preservação digital

Além da implementação das estratégias de migração, emulação, encapsulamento, refrescamento e preservação de tecnologia, é preciso que os documentos digitais sejam armazenados em sistemas informatizados de gestão e preservação. Estes sistemas devem administrar o fluxo de tramitação e os procedimentos de preservação digital.

Há diferentes abordagens para os sistemas informatizados de gestão: Sistema Informatizado de Gestão Arquivística de Documentos (SIGAD) na Arquivologia; Gestão Eletrônica de Documentos (GED) na Ciência da Computação; e *Enterprise Resource Planning* (ERP) na Administração. Neste sentido, a escolha do sistema irá depender da finalidade e das peculiaridades do acervo em questão. No entanto, pode-se apontar um consenso: os sistemas informatizados devem gerenciar os documentos digitais em alto nível, utilizando métodos e tecnologias que gerem confiança aos usuários da informação.

Com relação aos sistemas informatizados de preservação, destacam-se os repositórios digitais que são considerados como ambientes tecnológicos dotados de complexidade, responsáveis pela captura, armazenamento, gestão, preservação e acesso, sendo constituído por elementos de *hardware*, *software*, suportes, serviços, e metadados relacionados aos documentos digitais e seus respectivos componentes. Desta forma, os repositórios digitais têm por objetivo gerenciar as ações de preservação em longo prazo (Rocha, 2015).

Os repositórios digitais também são regidos por rotinas de segurança, como contas de usuário e trilhas de auditoria, sendo capazes de verificar a integridade dos documentos digitais e seus respectivos componentes, proporcionando maior confiabilidade. Além disso, podem

monitorar os formatos de arquivo potencialmente obsoletos, e consequentemente recomendar outros formatos para preservação.

Considerando a funcionalidade dos repositórios digitais, ressalta-se que qualquer atraso significativo entre a criação do documento digital e a sua submissão ao repositório digital poderá acarretar custos adicionais e perdas de informações relevantes (Day, 2003), ou seja, informações relacionadas à descrição dos documentos, preservação e o próprio conteúdo intelectual, pois compete ao repositório monitorar a implementação de estratégias, controlar o acesso e registrar as informações pertinentes na forma de metadados.

Márdero Arellano e Oliveira (2016) destacam que a preservação digital deve ser influenciada pelo modelo *Open Archival Information System* (OAIS), considerado um pré-requisito para o desenvolvimento de repositórios digitais confiáveis. Além disso, comentam sobre a importância do princípio da custódia responsável, que demonstra confiança sobre os documentos armazenados no repositório. Conforme apontado por Smith (2000), além de preservar os *bits*, será preciso que os usuários tenham confiança na capacidade de se preservar os documentos digitais autênticos em longo prazo.

Neste sentido, Flores, Rocco e Santos (2016) destacam a necessidade de manter os documentos digitais sob uma cadeia custódia ininterrupta. Essa “custódia ininterrupta” irá manter um monitoramento de segurança e controle sobre os documentos armazenados desde os sistemas de gestão até os sistemas de preservação, que são os repositórios digitais. Ou seja, a custódia se estende desde a produção e se mantém durante a preservação de longo prazo sem interrupções que possam questionar o caráter de autenticidade dos documentos, gerando confiabilidade.

Em resumo, tanto os sistemas de gestão quanto os de preservação possuem a função de garantir a autenticidade dos documentos digitais, e isto se faz necessário em virtude de suas vulnerabilidades implícitas relacionadas à facilidade de adulteração. Sendo assim, é preciso estabelecer uma cadeia de custódia ininterrupta, de modo que haja a interoperabilidade entre o sistema de gestão e o repositório.

No entanto, ao se tratar de obsolescência tecnológica, é preciso compreender que os sistemas de gestão e preservação também estão sujeitos à obsolescência, deste modo, ressalta-se a necessidade de garantir a sua longevidade. Neste sentido, deve-se atentar para questões como as licenças de uso e aos padrões abertos, de modo que o acervo não se torne dependente dos desenvolvedores de *software*.

7.4 Padrões abertos

Qualquer *software*, formato de arquivo, estrutura de metadados ou sistema informatizado que seja imple-

mentado nos acervos, deverá ser desenvolvido em conformidade com padrões abertos. Desta forma, o planejamento da preservação deve considerar o uso irrestrito e a capacidade de se adaptar às especificidades da documentação.

A grande vantagem dos padrões abertos frente à obsolescência é a possibilidade de reconstruir o *software* interpretador mesmo após ser descontinuado pelo desenvolvedor; o que elimina a dependência por atualizações do produto para acessar os documentos digitais. Além disso, a distribuição irrestrita permite reprogramar e adaptar o *software* para deixá-lo em conformidade com as normas que foram definidas nas políticas de preservação, podendo ainda ser redistribuído para outros acervos.

Entretanto a dependência de padrões em longo prazo pode parecer imprudente (Smith, 2000), visto que estes também se tornam obsoletos e necessitam de migração para um formato ou plataforma tecnológica atual. Logo, a implementação de padrões deve considerar a necessidade de atualização dos padrões em caso de obsolescência.

Outro desafio para os preservadores, reside em equilibrar o tempo e os recursos dedicados ao desenvolvimento do ambiente interno (repositório digital) frente a necessidade de monitoramento do ambiente externo (atualizações, padrões emergentes e demais mudanças tecnológicas) (McGovern, 2007). Tais questões apontam para a necessidade de definição de uma política de preservação digital que considere a gestão de recursos financeiros e humanos durante longo prazo.

Em linhas gerais, os padrões abertos podem minimizar os impactos da obsolescência. Observa-se que este é um campo de estudo muito fértil, no qual diversos sistemas vêm sendo desenvolvidos e aplicados em bibliotecas digitais, revistas científicas e repositórios institucionais.

8 Considerações finais

Este estudo realizou uma breve reflexão sobre as dimensões e os impactos da obsolescência tecnológica frente à preservação digital em longo prazo. Desta forma, podem-se vislumbrar os riscos aos quais os documentos digitais estão sujeitos, bem como a necessidade de contornar os efeitos da obsolescência tecnológica.

A preservação digital em longo prazo é o grande desafio imposto pela era das tecnologias. É preciso preservar os materiais que foram produzidos, os que estão sendo produzidos, além de preservar os materiais que serão produzidos no futuro. Atenta-se para o fato de que as complexidades e as especificidades dos documentos digitais vêm aumentando, e estes estão presentes em diversas áreas, cada uma com requisitos e características próprias, o que realça a necessidade de uma abordagem interdisciplinar.

Observa-se que a dimensão do problema é imprecisa, mas os seus efeitos já são imagináveis. As consequências aparentes são a perda e a inacessibilidade dos conteúdos digitais, e caso não se implemente meios de minimizá-la, a obsolescência atingirá magnitude global, esfacelando parte significativa dos acervos digitais. Não há como prever, evitar e nem mesmo ignorar os avanços das tecnologias, só há uma certeza: tudo que é contemporâneo se tornará obsoleto, e se não for preservado, será perdido com o tempo.

Sabe-se que *hardware*, *software*, suporte e o próprio conhecimento sobre as tecnologias se tornará obsoleto, e para minimizar estes efeitos tem-se proposto a implementação de estratégias, políticas e repositórios digitais. Ainda não há sólidas afirmações de que estas práticas serão capazes de garantir a preservação dos documentos digitais por longos períodos de tempo. No entanto, sabe-se que estes procedimentos são necessários, caso contrário não haverá nenhuma garantia de recuperar a informação.

As maiores limitações teóricas concentram-se na obsolescência em nível de *software*. Observa-se que diferentemente do *hardware* e do suporte, o *software* e os formatos de arquivo dependem de um contexto tecnológico mais amplo, os sistemas operacionais, e ambos estão em constante mudança, não havendo nenhuma solução concreta, apenas incertezas. A dinâmica da evolução tecnológica e os seus consequentes ciclos de obsolescência não serão comportados por uma preservação estática. É preciso renovar os referenciais periodicamente a fim de contemplar novas abordagens que vão surgindo, bem como a evolução dos formatos de arquivo e dos suportes de armazenamento.

Por fim, é preciso considerar que os métodos de preservação ainda não foram plenamente comprovados em virtude da pouca experiência na preservação de documentos digitais. Acredita-se que estes métodos se afirmem com o tempo, tornando-se práticas recomendadas para preservação digital em longo prazo.

Referências

- Baggio, C. C.; Flores, D. (2013). Documentos digitais: preservação e estratégias. // *Biblos: Revista do Instituto de Ciências Humanas e da Informação* 27: 1 (2013) 11-24. <http://www.seer.furg.br/biblos/article/view/2654> (10-04- 2015).
- Bellotto, H. L. (2006). *Arquivos permanentes: tratamento documental*. 4. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.
- Bodê, E. C. (2007). Preservação de acervos documentais eletrônicos. // *Revista Brasileira de Arqueometria, Restauração e Conservação* 1: 2 (2007) 32-35. <http://www.restaurabr.org/siterestaurabr/volumesarc/arc02pdf/07preservacaodeacervos.pdf> (15-12- 2014).
- Boeres, S. A. de A.; Cunha, M. B. da. (2012). Competências básicas para os gestores de preservação digital. // *Ciência da Informação* 41: 1 (2012) 103-113. <http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/2115> (01-04-2015).

- Brasil. Conselho Nacional De Arquivos (2004). Carta para a Preservação do Patrimônio Arquivístico Digital. <http://www.conarq.arquivonacional.gov.br/Media/publicacoes/cartapreservpatrimarqdigitalconarq2004.pdf> (10-08-2014).
- Conway, P. (2001). Preservação no universo digital. 2. ed. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001.
- Corrêa, A. M. G. (2010). Preservação digital: autenticidade e integridade de documentos em bibliotecas digitais de teses e dissertações (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo). <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-05112010-105831/pt-br.php> (03-07-2014).
- Day, M. (2003). Preservation metadata. Bath: University of Bath, 2003. <http://www.ukoln.ac.uk/metadata/publications/ilyim-2003> (09-12-2016).
- Ferreira, M. (2006). Introdução à preservação digital: conceitos, estratégias e actuais consensos. Portugal: Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2006. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/5820/1/livro.pdf> (02-08-2014).
- Fillion, C. (1998). Os tipos e os suportes de arquivo. // Rosseau, J-Y.; Couture, C (Orgs.). Os fundamentos da disciplina arquivística. Lisboa: Don Quixote, (1998), 227-243.
- Flores, D.; Rocco, B. C. de B.; Santos, H. M. dos. (2016). Cadeia de custódia para documentos arquivísticos digitais. // *Acervo* 29: 2 (2016) 117-132. <http://revista.arquivonacional.gov.br/index.php/revistaacervo/article/view/717> (08-12-2016).
- Gil, A. C. (2010). Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- Grácio, J. C. A.; Fadel, B. (2010). Estratégias de preservação digital. // Valentim, M. (org.) Gestão, mediação e uso da informação. São Paulo: UNESP, 2010.
- Granger, S. (2000). Emulation as a Digital Preservation Strategy. // *D-Lib Magazine* 6: 10 (2000). <http://www.dlib.org/dlib/october00/granger/10granger.html>. (24-06-2016).
- Hedstrom, M. (2001). Digital Preservation: Problems and Prospects. (2001). // USA: University of Michigan, 2001. http://www.dl.slis.tsukuba.ac.jp/DLjournal/No_20/1-hedstrom/1-hedstrom.html. (10-01-2015).
- Heminger, A. R.; Robertson, S. B. (2000). The Digital Rosetta Stone: a model for maintaining long-term access to static digital documents. // *Communications of AIS* 3: 2 (2000). <http://delivery.acm.org/>. (24-09-2014).
- Innarelli, H. C. (2007). Preservação digital e seus dez mandamentos. // Santos, V. B. (Org.). Arquivística: temas contemporâneos, classificação, preservação digital, gestão do conhecimento. Distrito Federal: SENAC, (2007) 21-75.
- International Research On Permanent Authentic Records In Electronic Systems (Interpares 2 Project). (2007a). Diretrizes do Preservador. A preservação de documentos arquivísticos digitais: diretrizes para organizações. TEAM Brasil. Tradução: Arquivo Nacional e Câmara dos Deputados. 2002 – 2007. http://www.interpares.org/display_file.cfm?doc=ip2_preserver_guidelines_booklet--portuguese.pdf. (09-08-2014).
- International Research On Permanent Authentic Records In Electronic Systems (Interpares 2 Project). (2007b). Diretrizes do Produtor. A elaboração e a manutenção de materiais digitais: diretrizes para indivíduos. TEAM Brasil. Tradução: Arquivo Nacional e Câmara dos Deputados. 2002 – 2007. http://www.interpares.org/ip2/display_file.cfm?doc=ip2_creator_guidelines_booklet--portuguese.pdf. (09-08-2014).
- Lopes, V. (2008). Preservação Digital. Portugal: Universidade do Minho, Guimarães, 2008. http://www.vitorlopes.com/Trabalhos/Preservacao_Digital-Vitor_Lopes.pdf. (28-08-2012).
- Luna, S. V. de. (1997). Planejamento de pesquisa: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1997.
- Manini, M. P. (2008). A fotografia como registro e como documento de arquivo. // Bartalo, L.; Moreno, N. A. (Orgs.). Gestão em arquivologia: abordagens múltiplas. Londrina: EDUEL, (2008) 119-183.
- Márdero Arellano, M. Á. (2008). Critérios para a preservação digital da informação científica. (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Brasília). http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4547 (15-06-2014).
- Márdero Arellano, M. Á.; Oliveira, A. F. de. (2016). Gestão de repositórios de preservação digital. // *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas* 14: 3 (2016) 465-483. <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/8646346> (08-12-2016).
- McGovern, N. Y. (2007). A digital decade: Where have we been and where are we going in digital preservation? // *RLG DigiNews* 11: 1 (2007). <http://hdl.handle.net/2027.42/60441> (09-12-2016).
- Rocha, C. L. (2015). Repositórios para a preservação de documentos arquivísticos digitais. // *Acervo* 28: 2 (2015) 180-191. <http://revista.arquivonacional.gov.br/index.php/revistaacervo/article/view/608/669>. (08-12-2016).
- Rocha, C. L.; Silva, M. da. (2007). Padrões para garantir a Preservação e o Acesso aos Documentos Digitais. // *Acervo* 20: 1 (2007) 113-124. <http://www.revistaacervo.an.gov.br/seer/index.php/info/article/view/142> (07-09-2014).
- Rothenberg, J. (1999). Avoiding technological quicksand: finding a viable technical foundation for digital preservation. // Commission on Preservation and Access and Council on Library and Information Resources. <http://www.clir.org/pubs/reports/rothenberg/pub77.pdf> (24-09-2014).
- Santos, H. M. dos; Flores, D. (2014). Estratégias de preservação digital em arquivos: garantia de autenticidade e acesso contínuo em longo prazo. // VI CONGRESSO NACIONAL DE ARQUIVOLOGIA, AARS, 2014. https://www.academia.edu/17741035/ESTRAT%C3%89GIAS_DE_PRESERVA%C3%87%C3%83O_DIGITAL_EM_ARQUIVOS_GARANTIA_DE_AUTENTICIDADE_E_ACESSO_CONT%C3%8DNUO_EM_LONGO_PRAZO (12-11-2015).
- Santos, H. M. dos; Flores, D. (2015a). Estratégias de preservação digital para documentos arquivísticos: uma breve reflexão. // *Cadernos BAD*, 1 (2015), 87-101. <http://www.bad.pt/publicacoes/index.php/cadernos/article/view/1225> (01-08-2015).
- Santos, H. M. dos; Flores, D. (2015b). Preservação de documentos arquivísticos digitais autênticos: reflexões e perspectivas. // *Acervo* 28: 1 (2015) 241-253. <http://www.revistaacervo.an.gov.br/seer/index.php/info/article/view/740> (01-07-2015).
- Santos, H. M. dos; Flores, D. (2015c). Repositórios digitais confiáveis para documentos arquivísticos: ponderações sobre a preservação em longo prazo. // *Perspectivas em Ciência da Informação* 20: 2 (2015) 198-218. <http://portaldeperiodicos.eci.ufmg.br/index.php/pci/article/view/2341> (03-07-2015).

- Santos, V. B. dos. (2005). *Gestão de documentos eletrônicos: uma visão arquivística*. 2. ed. Brasília: ABARQ, 2005.
- Saramago, M. de L. (2004). Metadados para preservação digital e aplicação do modelo OAIS. // VIII CONGRESSO NACIONAL DE BIBLIOTECARIOS, ARQUIVISTAS E DOCUMENTALISTAS. <http://www.bad.pt/publicacoes/index.php/congressosbad/article/view/640/637> (04-07-2014).
- Saramago, M. de L. (2002). Preservação digital a longo prazo: boas práticas e estratégias. // *Cadernos BAD* 2 (2002) 54-68. <http://www.bad.pt/publicacoes/index.php/cadernos/article/view/866> (10-02-2015).
- Sayão, L. F. (2010). Uma outra face dos metadados: informações para a gestão da preservação digital. // *Encontros Bibli: R. Eletr. Bibliotecon. Ci. Inf.* 15: 30 (2010) 1-31. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2010v15n30p1/19527> (10-02-2015).
- Sayão, L. F.; Sales, L. F. (2012). Curadoria digital: um novo patamar para preservação de dados digitais de pesquisa. // *Informação & Sociedade: Estudos* 22: 3 (2012) 179-191. <http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/12224/8586> (22-03-2015).
- Silva, E. L. da; Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf (13-06-2014).
- Smith, A. (2000). Digital Preservation Research and Developments. // *Russian Digital Libraries Journal* 3: 3 (2000). <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/eng/journal/2000/part3/smitha> (09-12-2016).
- Thibodeau, K. (2002). Overview of Technological Approaches to Digital Preservation and Challenges in Coming Years. // *CLIR and Library of Congress, 2002*. <http://www.clir.org/pubs/reports/pub107/thibodeau.html> (19-08-2014).
- Thomaz, K. de P. (2004). A preservação de documentos eletrônicos de caráter arquivístico: novos desafios, velhos problemas. (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais). http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/VALA-68ZRKF/doutorado__katia_de_padua_thomaz.pdf (28-07-2014).
- Thomaz, K. de P.; Soares, A. J. (2004). A preservação digital e o modelo de referência Open Archival Information System (OAIS). // *DataGramZero* 5: 1 (2004). www.dgz.org.br/fev04/Art_01.htm (10-06-2014).

Copyright: © 2017. Santos e Flores. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC Attribution-ShareAlike (CC BY-SA), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, under the identical terms, and provided the original author and source are credited.

Received: 2015-11-21. Accepted: 2016-12-19