



Requisitos essenciais para sistemas de anotações digitais

Christian Medeiros Adriano e Ivan Luiz Marques Ricarte

Resumo—Sistemas de anotação digital são usualmente desenvolvidos a partir de cenários parciais e requisitos arbitrários. Características acidentais e essenciais acabam misturadas em modelos não explícitos. Anotações e documentos são relacionados de maneira acidental de acordo com a tecnologia disponível, o que suporta o desenvolvimento de protótipos descartáveis, mas não atende requisitos não-funcionais como extensibilidade, robustez e interatividade. Neste trabalho, realizamos uma análise cuidadosa do conceito de anotação, com um levantamento de cenários de uso suportados por ferramentas de anotações digitais. A partir de uma proposta de classificação de sistemas de anotação, aplicada a sistemas existentes, requisitos essenciais foram derivados. A análise realizada e a classificação proposta podem ser aplicadas e estendidas a outros tipos de sistemas colaborativos.

Palavras chave—Análise de requisitos; Classificação de sistemas; Modelagem conceitual; Sistemas colaborativos; Sistemas de anotação digital; Texto eletrônico.

I. INTRODUÇÃO

Com a ampla disseminação de documentos e conteúdos disponibilizados no meio digital, popularizam-se também os sistemas com o objetivo de permitir a criação de anotações nesse mesmo meio. No entanto, protótipos e sistemas de anotações são usualmente projetados de maneira acidental, sem conceituação essencial para reuso. Como consequência, as soluções misturam aspectos acidentais (*ad hoc*) com aspectos essenciais e, assim, esses sistemas tornam-se dependentes da tecnologia de editores, navegadores e tipos de documentos disponíveis. Portanto, a questão de pesquisa consiste em demonstrar os requisitos essenciais para um sistema de anotação digital. A hipótese que seguimos pretende

Manuscrito recebido em 29 de março de 2012. Trabalho parcialmente suportado pela FAPESP, bolsa de mestrado 98/00083-1.

C. M. Adriano foi aluno do programa de pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), SP (christian.adriano@gmail.com). Atualmente é consultor independente de desenvolvimento de software.

I. L. M. Ricarte (autor para correspondências) é professor associado na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da UNICAMP, Av. Albert Einstein, 400, 13083-852, Campinas, SP, telefone (19) 3521-3771, fax (19) 3521-3845 (ricarte@unicamp.br).

caracterizar a autonomia entre anotações e documentos por meio de recursos independentes, além de circunscrever os requisitos a recursos de acesso às anotações.

Para permitir uma análise dos requisitos essenciais associados a sistemas de anotação digital, é preciso inicialmente compreender claramente esse conceito, que é apresentado na Seção II. Desses diferentes cenários de uso de anotação digital (Seção III), são extraídas as características desse tipo de sistema, as quais foram utilizadas para criar um sistema de classificação, o qual foi aplicado a sistemas existentes (Seção IV). Do conjunto dessas análises e com a aplicação de critérios para o reconhecimento de princípios fundamentais, derivamos um conjunto de requisitos essenciais para os sistemas de anotação digital. Contemplar tais requisitos permite o projeto de sistemas desse tipo com maior generalidade e robustez.

II. CONCEITUALIZAÇÃO DE ANOTAÇÃO

Com base nos estudos em anotações em papel, é possível isolar a definição do objeto anotação de qualquer interferência de aceção tecnológica, circunscrevendo-o e diferenciando-o de outras possíveis concepções, levando à seguinte definição.

Anotação é subproduto da interação com o texto ou qualquer objeto passível de receber anotações. Anotações são feitas com intenções tácitas (estudos de Marshall, seção II.A) ou explícitas (estudos Manuscritos da Biblioteca Nacional, seção II.E). Entretanto, em ambas as intenções, as anotações dependem do contexto para ganhar significado (estudos da Microsoft Research, seção II.D). Anotação é resultado de atividades cognitivas e não automáticas, não decorrendo, portanto, de traduções entre linguagens (oral para escrita), como é o caso da prática de tomar notas. Anotações não são marcações semi-automáticas, como é caso das ontologias de meta-informação.

Desta definição abstraímos dois aspectos transversais que relacionam o ato de criar de anotações e ao ato de editar documentos:

Autonomia das Anotações: anotações devem existir separadamente, tanto física como temporalmente, dos respectivos documentos. A eliminação de um documento não elimina suas anotações.

Interdependência Anotação e Documento: autoria do documento deve poder utilizar as anotações como insumo. Entretanto, anotar deve continuar uma atividade diferente de editar.

Passando ao termo “anotação digital”, o encontramos em diferentes áreas de pesquisa, como web semântica, bibliotecas digitais, interação homem-computador e trabalho colaborativo apoiado por computador. Portanto, é crítico definir o objeto de estudo não apenas conceitualmente, mas também quanto aos usos e aos suportes tecnológicos válidos para o problema de pesquisa proposto. Assim, definimos o conceito de anotação considerando, primeiramente, a pesquisa em fatores humanos; em segundo lugar, a evolução dos sistemas com suporte à anotação digital; e, por fim, os cenários de uso de anotação digital abordados pela literatura científica.

Encontramos no W3C-Annotation Working Group [1] a seguinte definição: “em geral, uma anotação é definida como um objeto associado a qualquer outro objeto por meio de um relacionamento. O objeto anotação pode ser de qualquer tipo e o relacionamento também pode ser de qualquer tipo.” Esta definição é bastante genérica, o que se torna um problema, pois não permite distinguir a anotação de objetos tais como âncoras, links, mensagens de grupos de discussão, ou mesmo combinações como ocorre nos ambientes de *chats*. Desta forma, realizamos uma investigação de como as anotações, tanto na forma manuscrita como na forma digital, já foram concebidas.

A. Anotação como Vestígio da Leitura

O antropólogo Michel de Certeau interpreta a leitura como uma operação de caça, no qual cita o papel do anotador.

“Com efeito, ler é peregrinar por um sistema imposto (o do texto, análogo à ordem construída de uma cidade ou de um supermercado). Se, portanto, o livro é um efeito (uma construção) do leitor, deve-se considerar a operação deste último como uma espécie de *lectio*, produção própria do leitor. Este não toma nem o lugar do autor nem um lugar de autor. Invento nos textos outra coisa que não aquilo que era a intenção deles. Destaca-os de sua origem (perdida ou acessória). Combina os seus fragmentos e cria algo não-sabido no espaço organizado por sua capacidade de permitir uma pluralidade indefinida de significações.” [2, p.264]

Assim, para de Certeau, o leitor ao anotar não realiza uma autoria e sim um emaranhado de interpretações, indagações, adendos e destaques. Por outro lado, as pesquisas etnográficas de Marshall defendem as anotações como um produto inteligível e investigável da leitura [3,4]. Para tanto, Marshall estudou anotações de estudantes em livros textos de uma biblioteca e, como não teve acesso aos estudantes, utilizou

somente os produtos das anotações para classificá-las, tais como marcações para ênfase, referência, interpretações e associações. Estas anotações como vestígios de leitura apresentam intenções tácitas e de caráter idiossincrático, pois com o passar do tempo acabam por perder significado, mesmo para o autor das anotações. Portanto, para Marshall, o leitor não é autor do texto, mas autor de anotações. Esta conclusão concilia as concepções à primeira vista conflitantes de de Certeau e Marshall.

B. Anotações para Tomar Notas

A atividade de tomar nota foi extensivamente estudada pela área de psicologia educacional, que se concentrou em problemas de efetividade das anotações como um processo e como um produto [5,6]. Ladas sugere que a atividade de tomar notas deve ser orientada por meio de pistas dadas pelo professor, de modo a informar aos alunos acerca de quando e do que tomar notas [7]. Kiewra et al. estudaram técnicas e impactos no aprendizado em três cenários de tomada de notas – codificação (tomar notas e não revisar), codificação e armazenagem (que também inclui a revisão) e armazenagem externa (não tomar notas e revisar aquelas feitas por um colega) [8,9]. Em um cenário computadorizado, Armel e Shrock retomaram a questão de quando um estudante deve ser requisitado a tomar notas [10].

C. Anotação para Discussão e Auxílio à Memória

Em um estudo etnográfico comparando leitura em papel e leitura on-line, O’Hara e Sellen observaram a utilização de anotações para auxiliar a compreensão do texto e também para destacar elementos que possam ser reaproveitados [11]. Ovsianikov, Arbib e McNeill investigaram a forma e o objeto das anotações em papel e descobriram que são utilizadas tanto durante a leitura quanto após a leitura [12], concordando, portanto com O’Hara & Sellen. Segundo ambas as pesquisas, as anotações são utilizadas para auxílio à memória, pois são marcas de interpretação (questionamentos, reflexão, opinião), complementação ou re-escrita nas próprias palavras. As pessoas entrevistadas também declararam usar anotações como meio de discutir trechos do texto com colegas. Anotações compartilhadas começam a funcionar como instrumento de comunicação e, portanto, as características que antes eram implícitas no paradigma do papel, se tornam explícitas. Algumas destas características são: a intenção (ou motivo) da anotação, a relação entre anotações, meta-informação (autor, data) e lugar no texto (in-line, pop-up, margens).

D. Anotação como Escrita Contextualizada

Associado à discussão de autoria, é destacado o papel do contexto como determinante do significado das anotações. Experimentos de usabilidade feitos na Microsoft Research [13,14] demonstraram o impacto da falta de contexto (pela perda de posição das anotações). Do ponto de vista teórico, Botoni, Levialedi e Rizzo recorrem a teorias de organização de texto para declarar a falta de autonomia que as anotações possuem em relação ao contexto [15].

E. Anotação como Revisão

Para esse estudo, buscamos exemplos de intenções explícitas de anotação. Para tanto, estudamos dois manuscritos do acervo da Biblioteca Nacional no Rio de Janeiro: "Namoros com a Medicina" de Mário de Andrade, de 1935, e "Numa e Nympha" de Afonso Henrique de Lima Barreto, de 1914.

O manuscrito de Mário de Andrade consiste de uma série de anotações realizadas sobre o texto de um artigo que o próprio autor publicou em Revista de Publicações Médicas. Este artigo era um estudo de Mário de Andrade sobre credíes acerca do uso terapêutico de excretos.

O manuscrito de Lima Barreto consiste de anotações sobre o texto de uma edição da própria obra "Numa e Nympha". Lima Barreto faz uso das anotações para corrigir erros de português e acrescentar novos conteúdos à obra.

Destes manuscritos, identificamos que os autores apresentam duas formas de anotar básicas: escolha de lugares no texto e escolha da aparência da anotação. A escolha do lugar onde a anotação é feita decorre da função de melhor associar a anotação ao texto, por exemplo, correções são feitas sobre as letras do texto original, enquanto, que complementações de idéias são feitas nas laterais. A escolha da aparência da anotação determina a intenção do autor. Mário de Andrade utiliza inclusive lápis e canetas de cores diferentes de acordo com uma intenção pré-estabelecida. Anotações em caneta servem para corrigir erros tipográficos e acrescentar novas discussões ao texto. A caneta vermelha caracteriza as anotações da versão mais recente, enquanto a caneta preta corresponde a uma primeira análise do texto pelo autor. As anotações a lápis servem para classificar os parágrafos por assuntos (no seu caso, doenças). Há também diversos exemplos de anotações sobre anotações. As anotações feitas pelos escritores seguem padrões próprios de símbolos e cores de modo a denotar ações de revisão específicas (para si mesmos e/ou para os editores).

III. CENÁRIOS DE USO DE ANOTAÇÕES DIGITAIS

Os cenários representam diferentes contextos para o conceito de anotação. A intenção é fornecer um arcabouço de interpretação do conceito já definido de anotação. Descrevemos os cenários a partir de algumas categorias, tais como a relação das anotações com os documentos, o uso colaborativo e as motivações para anotação. Como suporte factual, elencamos para cada cenário as evidências de uso na literatura e as respectivas ferramentas disponíveis. A exposição dos cenários segue uma ordem gradativa de uso colaborativo. Os primeiros descrevem usos individuais e motivos tácitos, enquanto os últimos descrevem usos colaborativos e motivos explícitos. Elencamos também as atividades executadas e os produtos gerados em cada cenário.

A. Leitura

De posse de um texto e com a permissão para intervir com uma caneta ou um instrumento digital, o leitor realiza anotações ou toma notas em um caderno. O leitor registra suas impressões, dúvidas e opiniões. O leitor também marca o texto com sublinhados, símbolos e riscos. As anotações e notas feitas não têm o propósito de serem compartilhadas com outros. Desta forma, muitas intervenções são idiossincráticas e com sentido tácito. Alguns leitores assíduos costumam desenvolver um catálogo pessoal de símbolos. As anotações não são feitas para os autores do texto e sim para os próprios leitores, portanto não há uma relação entre anotação e autoria do texto. Consequentemente, é premissa não haver mais de uma versão do texto.

1) Evidências Ambientais

Mayer demonstra que a prática de realizar anotações implica em melhoria relevante para a leitura [16]. Adler et al. reportaram que a leitura toma em torno de 70% do tempo em atividades de manipulação de documentos [17]. Para estes leitores, 18% executavam atividades de escrita no próprio documento. Já atividades de tomada de notas e anotações durante a leitura tomaram 48% do tempo. A leitura acompanhada por escrita, tomada de notas e discussão foi observada por vários pesquisadores. Na citação "leitura - uma operação de caça", Michel de Certeau afirma que o leitor, apesar das semelhanças, não se constitui um autor. Marshall ressalta que apesar do caráter tácito e muitas vezes idiossincrático das anotações, o leitor utiliza vários modos de anotar como auxílio à leitura [9]. Schilit, Golovschinsky e Price inclusive cunharam o termo "leitura ativa" [18] para esta situação. Kaplan e Chisik avaliaram a troca de anotações em um livro digital [19]. Foram observados impactos nas práticas de leitura tanto individuais quanto em grupo. Em estudos posteriores, Brahier avançou a discussão para além dos efeitos cognitivos, focando nos efeitos sociais, tais como explicitar as impressões (antes tácitas) de leitura dos alunos [20]. Esta informação serviria para aperfeiçoar o ensino de leitura.

2) Ferramentas

Protótipos como Alph [19] e ferramentas comerciais como HyLighter™ [21] e RepliGo (www.cerience.com) foram utilizadas neste tipo de cenário. Editores de texto com suporte à anotação como Microsoft Word® e Adobe Acrobat® também. Leitores de livros eletrônicos como o Amazon Kindle™ também contemplam recursos de anotação durante a leitura. Há também protótipos que se aproximam da maneira de anotar em papel como apresentados nos trabalhos de Schilit, Golovschinsky e Price [18] e de Barger e Moscovich [22].

B. Cenário de Tomar Notas

Alunos escrevem comentários relacionados a slides, vídeo ou áudio que são transmitidos em sala de aula por algum anteparo (quadro negro, projeção em tela, ou mesmo uma

televisão). As notas feitas são para uso pessoal, apesar de ser prática comum os alunos tirarem cópias dos cadernos de colegas mais organizados e assíduos. Na fase escolar é comum os professores recolherem os cadernos dos alunos para avaliar a qualidade das notas tomadas. As anotações não influenciam a autoria dos conteúdos, apesar do autor ser o professor, que tem acesso aos comentários dos alunos. Também neste cenário a versão do conteúdo é única.

1) *Evidências Ambientais*

Pesquisas educacionais sobre tomar notas são bastante antigas, sendo já presentes no início do século passado com Crawford [23]. Carter e van Matre discutiram o processo e o produto de tomar notas [3]. Os autores demonstraram que não há diferença significativa na melhoria do entendimento do texto quando o aluno toma suas próprias notas ou quando tem acesso a notas de colegas. Nesta linha, Ladas recomenda que os professores forneçam pistas aos alunos de onde e quando tomar notas, com isto maximizando a quantidade e qualidade das notas tomadas [4]. Kiewra corrobora estes resultados demonstrando que a atividade de tomar notas se justifica mais pelo acesso às notas para revisão do que pelos processos cognitivos [2,5]. Com isto a psicologia educacional se volta para a investigação do uso da memória, como nas já citadas três configurações tratadas por Kiewra et al. [6]. Armel e Shrock desenvolveram experimentos com tomada de notas em um ambiente computadorizado [7] e encontraram evidências semelhantes aos estudos de Kiewra.

2) *Ferramentas*

Pesquisas neste cenário ainda atraem grande produção acadêmica e industrial. Há ferramentas para associação entre notas manuscritas e áudio gravado em reuniões, como visto nos sistemas Filochat [24] e Dynamite [25]. Nesta mesma linha, o sistema AWS [26] permite associar anotações em texto sobre slides e respectivo áudio. Pimentel et al. [27] e Goularte et al. [28] também demonstram sistemas que permite anotar vídeos com tinta digital em um cenário de tomar notas. Nestes sistemas, as notas funcionam como anotações sobre a mídia de áudio e servem tanto para buscar o trecho do áudio anotado quanto agregar conteúdo. Dos ambientes levantados, O sistema uAnnotate [29] e os ambientes Classroom 2000 [30] e BSCW [31] dão suporte a tomada de notas e criar anotações sobre conteúdos.

3) *Sistemas Incompatíveis*

Encontramos sistemas que não são compatíveis com o cenário, pois não permitem realização de anotações sobre um conteúdo (sejam slides, áudio ou vídeo associado). São exemplos os sistemas NotePals [32], WandaML [33] e NoteTaker [34], que lidam com questões de ergonomia e reconhecimento de caracteres. Sistemas de autoria colaborativa na Web como Wiki também não são compatíveis com o cenário. Este é o caso dos ambientes educacionais como Moodle (www.moddle.org), TeleEduc (www.teleduc.org.br/), WebCT (www.blackboard.com), ATutor (www.atutor.ca/) e

OLAT (<http://www.olat.org>). O mesmo vale para ambientes de colaboração como o Curio (www.zengobi.com/curio) e Google Notebook (www.google.com/notebook).

C. *Cenário de Ontologias e Bibliotecas Digitais*

Este cenário caracteriza-se por dois momentos de uso. Primeiramente as pessoas anotam trechos de uma página com interpretações pessoais ou com rótulos de um catálogo especializado também chamado de ontologia. Uma ontologia consiste de uma representação formal de conceitos de um domínio e as relações entre estes conceitos [35].

Num segundo momento, as pessoas navegam entre as páginas buscando informação que tenham recebido algum rótulo específico da ontologia. Assim é possível, por exemplo, recuperar todas as páginas que tenham recebido anotações classificatórias do tipo “boas práticas”. Com base nas buscas e nas anotações feitas, um bibliotecário avalia o uso das anotações e sugere novos itens para aprimorar a ontologia. Com base na densidade de anotações em algumas páginas, o bibliotecário pode sugerir novos conteúdos relacionados. Desta forma, a biblioteca digital é continuamente aperfeiçoada e se mantém aderente a uma comunidade de leitores.

O estilo de colaboração assemelha-se à Wikipédia, mas com a estrutura e a organização de uma biblioteca. Apesar da evolução do material anotado, não são mantidas versões diferentes com respectivas anotações.

1) *Evidências Ambientais*

Smith testou anotações como instrumentos para reflexão e para interpretação, cujos resultados finais constituíssem novas ontologias [36]. Para tanto, organizou experimentos nos quais estudantes realizaram anotações na forma de rótulos sobre imagens. Smith demonstrou a possibilidade de construção colaborativa de conhecimento explicitado como novas ontologias. Arko experimentou anotações em uma biblioteca digital para promover a colaboração entre os leitores por meio de troca rótulos e de interpretações sobre os textos [37].

2) *Ferramentas*

Em um primeiro momento, sistemas hipermídia com capacidade para troca de anotações foram utilizados neste cenário como o Knowledge Weasel [38]. Mais recentemente, vemos ferramentas de anotação semântica baseadas em navegadores Web como o Amaya [39]. Usos específicos para bibliotecas digitais são exemplificados pelo sistema WebCobalt [40] e, para bancos de imagens, pelos sistemas VideoAnnex (www.research.ibm.com/VideoAnnEx), EVA [41]. Protótipos têm sido propostos como o descrito por Rigo et al. [42], por Fogli, Fresta e Mussio [43], o M-OntoMat-Annotatizer [44] e o Vannota [45].

D. *Cenário de Discussão*

O cenário começa com a distribuição de um texto em formato digital para debate. Os debatedores anotam sobre o

texto e podem também solicitar as anotações de seus pares, sendo possível anotar sobre as mesmas. As anotações sobre anotações constituem um diálogo entre anotadores que pode originar novos assuntos. Neste caso o moderador pode decidir agregar um novo tópico ao texto. Mesmo com tais mudanças, a versão do texto é única, em outras palavras, não há diferentes versões de texto em debate. Assim, novas anotações podem ser realizadas sobre o novo tópico. O debate pode ter uma data de término ou ficar aberto até que o moderador decida concluí-lo. Ao final do debate, o moderador sintetiza a discussão utilizando para isto uma compilação de anotações e de texto.

1) *Evidências Ambientais*

Seminalmente, Davis e Huttenlocher experimentaram em turmas da Universidade de Cornell este cenário utilizando uma ferramenta própria chamada CoNote [46]. Swan e Meskill relataram alunos anotando sobre anotações de colegas em um ambiente hipermídia para ensino de literatura [47]. Em um curso baseado na Web, Nokelainen et al. relataram que os alunos reconheceram mudanças positivas nos próprios hábitos de estudo a partir do momento em que realizaram anotações sobre materiais disponibilizados [48]. Lauer e Busl demonstraram o uso de anotações em voz para discutir materiais didáticos em texto [49]. Um cenário semelhante pode ser encontrado em fóruns de discussão (por exemplo, ifets.ieee.org/). A diferença está em que o texto não recebe anotações diretamente, pois não tem a função de organizar a discussão, mas apenas de introduzir o tema. Segundo Hermann e Kienle, a discussão por meio de anotações deve seguir a estrutura subjacente do texto [50].

2) *Ferramentas*

Exemplos com uso demonstrado neste cenário são na sua maioria protótipos como os sistemas CoNote [46], WebAnn [51], Vannota [45], Educosm [52], SholionWB [53] e uAnnotate [29].

E. *Cenário de Escrita Colaborativa*

O cenário tem como objetivo a elaboração de um texto por vários autores. Para tanto, os autores partem de vários textos sugeridos e realizam anotações. As anotações servem para questionar, interpretar, ilustrar, sintetizar e acrescentar conteúdos ou referências. As anotações também servem para destacar trechos importantes. Em determinado momento os co-autores definem as linhas gerais do novo texto. O material para o novo texto virá da troca de anotações já realizadas e mesmo discussões através das anotações sobre o texto final. Para tanto, as anotações são transformadas em texto, que poderá ser base para novas anotações. Neste ponto uma nova versão do documento é gerada e todos os participantes utilizam a mesma versão. Portanto, não há escrita colaborativa sobre versões diferentes.

1) *Evidências Ambientais*

Em pesquisa sobre aprendizagem colaborativa, Jackson

demonstra que não basta os alunos lerem textos e elaborarem resumos, é necessário que se envolvam em discussão e em intensa reorganização de argumentos [54]. O cenário descrito ilustra tal recurso devido ao suporte a discussão contextualizada e a consolidação de anotações como partes do texto. A partir de uma ferramenta própria chamada PREP, Neuwirth et al. estudaram a escrita colaborativa de textos por meio de anotações [55]. Em outro estudo, Neuwirth et al. relataram que anotações in-line comparadas com anotações separadas do texto geram maior volume de interações de revisão, resolução de problemas e discussão [56].

2) *Ferramentas*

Editores de texto com suporte à revisão são as principais ferramentas adotadas neste cenário. Os primeiros exemplares foram os protótipos QUILT [57] e PREP [55]. Ferramentas comerciais como Microsoft Word foram testadas neste cenário por Cadiz, Gupta e Grudin [11]. De modo complementar à atividade revisão, Weng e Gennari propuseram uma ferramenta de anotação que suportasse versionamento e planejamento de escrita colaborativa de textos [58]. GoogleDocs (www.google.com/documents) possui recursos para troca de arquivos e realização de anotação no próprio texto.

F. *Cenário de Revisão*

O cenário se baseia na troca de anotações entre revisores e uma equipe responsável por um material digital, que pode ser um texto ou mesmo código fonte.

Cada revisor possui um objetivo – por exemplo, no caso do material ser um código fonte, os revisores poderão inspecionar regras de segurança, padrão de arquitetura ou complexidade dos algoritmos.

Os revisores não necessariamente anotam sobre a mesma versão de material, portanto, há anotações em versões diferentes.

As anotações de revisão solicitam esclarecimentos ou ajustes. As anotações da equipe são explicativas e mesmo corretivas, indicando que um problema detectado foi ou será resolvido no código de determinada maneira. Portanto, as anotações induzem mudanças no material e, portanto na criação de novas versões.

De modo a organizar a revisão, as anotações são feitas em pontos pré-estabelecidos, tais como declarações de métodos e variáveis. A troca de anotações pode envolver anotações sobre anotações. O revisor também pode solicitar que outro revisor faça anotações.

Assim que os pontos estiverem esgotados, o revisor realizará suas últimas anotações que serão uma avaliação do material e das anotações da equipe. Veja que a revisão colaborativa não contempla correções ortográficas ou de estilo, tais atividades são mais adequadas ao cenário de escrita colaborativa.

1) *Evidências Ambientais*

O cenário descrito pode ser utilizado como suporte para

avaliação formativa. Segundo Black e William, uma avaliação pode ser considerada formativa se o resultado das atividades de aprendizado é utilizado para adaptar a abordagem de ensino [59]. Cowie e Bell destacam que é fundamental o caráter bidirecional da avaliação formativa [60].

Crooks defende a necessidade de a avaliação envolver uma auto-reflexão do aprendiz [61]. O uso de anotações digitais dos alunos como insumo para avaliação formativa é analisado e recomendado por Brahier, que realizou experimentos sobre ensino de leitura com ferramentas comerciais [20].

Nokelainen et al. reportaram o uso de uma ferramenta em abordagens semelhantes à avaliação formativa [48]. A abordagem contemplou a análise dos logs de anotações e da troca de emails. Além disto, foi aplicado um questionário acerca das estratégias e das percepções pessoais de aprendizado (auto-reflexão), que demonstrou ganho em ambos os aspectos.

2) Ferramentas

Não encontramos um suporte específico para anotações neste cenário, mas há relatos de experimentos com ferramentas comerciais como Hylighter [21], Educosm [52] e RepliGO (<http://www.cerience.com>).

G. Análise dos Cenários

A Tabela 1 mapeia tipos de atividades para os cenários. Vemos que não é possível discriminar os cenários a partir das atividades. Inclusive não seria desejável, pois levaria à concepção de cenários pouco realistas e empobrecidos, como cenários apenas com atividades de questionamento.

Entretanto, pela descrição dos cenários, reconhecemos uma graduação que parte do uso individual para o uso colaborativo. Nos cenários de leitura e tomada de notas, os produtos das anotações são vestígios das atividades. O foco nestes cenários é a representação dos processos cognitivos de interesse para o aprendizado. Nos cenários colaborativos (discussão, escrita e revisão), a ênfase está na anotação como meio de comunicação. Portanto, dos primeiros cenários descritos para os últimos, há um deslocamento de interesse do produto (anotação-conteúdo) para o processo (trocar anotações-comunicação). O cenário de ontologias está em um ponto de transição.

Os impactos das anotações nos documentos e vice-versa correspondem a um aspecto transversal declarado na definição de anotação digital - autonomia entre anotações e documentos. A Tabela 2 ilustra duas situações extremas. A primeira situação (linhas 1, 2 e 3) sugere que mesmo com o aumento de anotações **não há** qualquer impacto no documento. A segunda situação (linhas 4 e 5) sugere que o aumento de mudanças no documento não implica em aumento de anotações.

A situação de uso buscada é aquela que suporte os dois impactos. Escolhemos, portanto, o cenário de revisão e partimos da premissa de que ao suportar a situação mais complexa, estaremos automaticamente contemplando as situações mais simples. Em outras palavras, por reducionismo,

a partir do cenário de revisão podemos chegar aos demais cenários.

Os cenários identificados foram analisados com a aplicação da teoria de metáforas conceituais [62,63]. Dessa análise, derivamos características funcionais e métricas associadas a cada cenário. Foram identificados os seguintes atributos:

Autor: pessoa que editar uma anotação ou um documento;

Conteúdo: informação produzida pelo autor da anotação;

Posição: ponto do documento ao qual a anotação se refere;

Data/hora: rótulo temporal de geração ou modificação da anotação;

Mídia: meio que foi gerado o conteúdo (som, vídeo, texto);

Intenção: razão que motivou a geração da anotação (dúvida, interpretação, referência);

Contexto: Sessão temporal que compreende um conjunto de atividades. O contexto estabelece um objetivo comum para um grupo de colaboradores. Um mesmo autor pode ter papéis diferentes para contextos diferentes.

A Figura 1 sumariza, na forma de um diagrama de classes, os atributos e comportamentos extraídos nessa análise dos cenários.

IV. CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE ANOTAÇÃO DIGITAL

Para realizar a análise aqui apresentada foram considerados 80 sistemas de anotação digital propostos nos últimos 25 anos. Os sistemas analisados podem ser divididos em quatro ciclos tecnológicos, como apresentado na Figura 2, sendo que cada ciclo corresponde ao uso de uma tecnologia no desenvolvimento de recursos de anotação.

O ciclo 1 representa os primeiros aplicativos stand-alone com recursos de anotação (início em 1987). O ciclo 2 representa os recursos de anotação em páginas Web (início em 1994). O ciclo 3 reúne os recursos de para anotação baseados em tecnologia XML (início em 2000). O ciclo 4 representa as anotações feitas em tecnologia Web 2.0, Plugins e Cloud Computing (início em 2004).

No entanto, a classificação meramente temporal não é suficiente. A diversidade de tipos de aplicações existentes coloca uma outra questão: como classificar esses sistemas, de modo a permitir seleções e comparações melhor fundamentadas?

Classificações de sistemas de anotação já foram realizadas com focos específicos. Brush et al. classificaram os sistemas quanto à mudança assíncrona entre documentos e anotações. Para tanto, dividiram os recursos de anotação em dois grupos: documentos congelados (sistemas que não permitem mudanças após receberem anotações) e documentos com pontos pré-estabelecidos de anotação (que permitem mudanças desde que os pontos de anotação não sejam removidos) [12].

Em outra classificação por Hori, Abe e Ono, os sistemas são organizados quanto à função transformadora das anotações versus o método de autoria adotado [64]. Segundo esses autores, anotações transformacionais são aquelas que sugerem alguma modificação estrutural no trecho de texto anotado, enquanto anotações assertivas apenas declaram atributos sobre

esse trecho. Quanto ao método de autoria, nessa classificação as anotações podem ocorrer por seleção ou, por exemplo, respectivamente quando a anotação está associada a um trecho selecionado do texto ou quando a anotação passa a fazer parte do texto selecionado. Com essa classificação, esses autores identificam três tipos de sistemas de anotação, pois não encontram exemplos de sistemas de anotação assertivas baseadas em exemplo.

A partir da análise dos cenários, a principal característica que demandou uma outra forma de classificação foi a autonomia de anotações e de documentos. A **autonomia da anotação** consiste do tipo de dependência das anotações em relação aos documentos. A dependência terá caráter heterônomo se as anotações não possuírem um ciclo de vida próprio, isto é, as ações de gravar, mover e editar acontecem sempre junto com o documento. Este é o caso dos Wikis, GoogleDocs, Google Notes e o OneNote da Microsoft. Este também é o caso dos editores instalados localmente. Por outro lado, se as anotações possuem um ciclo de vida próprio, é possível que existam independentemente do documento. Neste caso, as anotações serão autônomas, mesmo que os documentos sejam centralizados, como nas anotações na Web.

Já a **autonomia do documento** consiste do tipo de dependência do documento em relação às anotações. O documento é mantido centralizado e todas as anotações referenciam uma mesma instância deste documento, não havendo, portanto, mais de uma versão disponível do documento. Este é o caso em que o ciclo-de-vida do documento não é controlado pelo papel do anotador, mas sim por outro papel de editor. Ferramentas que suportam este caráter centralizado de escrita de documentos são os Wikis, GoogleDocs e Anotações em Páginas Web. Por outro lado, o caráter autônomo do documento implica ter anotações em versões diferentes do mesmo documento. Este é o caso em que o ciclo de vida do documento é controlado pelo papel do anotador, que desempenha também o papel de editor. Vemos este caráter presente em editores de texto, código ou diagramas que obtém seus documentos a partir de um sistema de versionamento compartilhado (CVS, Subversion, SourceSafe, etc.). Assim, tanto anotações como documentos podem ser classificados como **heterônomo** (mantidos em um único local e em uma única versão) ou **autônomo** (mantidos em locais diversos e em versões independentes).

Para criar uma classificação a partir dessas características, buscamos em várias fontes um método de classificação que fornecesse uma sistemática adequada de análise, encontrando um arcabouço adequado nos trabalhos de Dunnell na área de arqueologia [65].

Utilizar um trabalho de uma área aparentemente tão distante pode parecer estranho, mas existe certa similaridade entre as duas áreas: como afinal, arqueologia é o estudo de objetos modificados pelo homem, a classificação de sistemas (alguns com mais de 30 anos) não está distante de ser um ramo desta ciência.

Realizando uma pequena síntese do caminho percorrido até

aqui, definimos o termo “anotação” a partir do seguinte: atributos, lugares-de-anotação e cenários de uso. Tal abordagem tem um paralelo com os conceitos de Dunnell para respectivamente definição intensiva, definição extensiva e descrição.

A definição intensiva de um termo é obtida pela lista de seus atributos essenciais. No nosso caso, a definição de anotação e o modelo proposto.

A definição extensiva de um termo é obtida pela enumeração de todos os objetos para os quais o termo é aplicável. No nosso caso, as formas de anotar, que são os tipos de lugar-de-anotação.

A descrição de um termo consiste de uma explanação que contempla os atributos variáveis de um objeto. Atributos variáveis são aqueles que não são necessários para identificar unicamente um termo, em outras palavras são não-essenciais ou acidentais. No nosso caso os cenários de uso e as funcionalidades decorrentes correspondem a uma descrição do termo anotação, pois são riscos em atributos variáveis. Para a classificação utilizaremos todos estes conceitos, que já foram devidamente instanciados.

A segunda parte do método é a obtenção de classes, que será feita pelos conceitos de classificação paradigmática e taxonômica. Ambos os métodos são chamados não-históricos, pois não constroem classes a partir de eventos temporais. Dunnell explica que a classificação paradigmática consiste em criar classes por meio da intersecção de dimensões. Uma dimensão é um conjunto de atributos que não podem coexistir. Em outras palavras, os atributos são excludentes. Por outro lado, a taxonomia permite criar classes a partir de atributos variáveis. O uso de classes paradigmáticas e taxonômicas permite buscar correlações entre os vários tipos de atributos. Tal abordagem tem caráter preditivo e heurístico. Primeiro, porque as dimensões definidas antecipam novos tipos (como aconteceu no caso da tabela periódica de Mendeleiev). Segundo, porque os critérios ordenados permitem caracterizar rapidamente um novo elemento quanto aos atributos invariáveis (essenciais) e variáveis (acidentais) que importam para o modelo.

A partir da combinação das duas dimensões de autonomia, obtivemos quatro classes de sistemas de anotação. Usando os rótulos *N* e *D* para anotações e documentos respectivamente (sendo o *N* uma decorrência do nome em inglês de anotações – *notes*), e *h* e *a* para heterônomo e autônomo, respectivamente (Figura 3), a classe *NhDh* é a mais simples, pois anotações e documentos compartilham o mesmo ciclo-de-vida. Não é possível separar anotações dos documentos, pois utilizamos uma única ferramenta para editar e anotar. Desta forma, as anotações são armazenadas nos próprios documentos.

As classes dos demais quadrantes são definidas a partir de transições oriundas de classes previamente definidas.

Na transição de *NhDh* para *NhDa* (rotulada como 1 na Figura 3), a propriedade do documento deixa de ser única. Cada anotador possuirá uma versão do documento. Este é o caso de pessoas que precisam cooperar, mas que serão

avaliadas individualmente pelo resultado final do documento anotado. O recurso de anotações em editores de textos comerciais é uma instância desta classe. Cada pessoa tem um documento com a mesma estrutura, mas com anotações diferentes. As anotações se mantêm heterônomas, mas o documento agora é autônomo, pois poderá mudar junto com suas anotações.

Na transição de *NhDh* para *NaDh* (rotulada como 2 na Figura 3), as anotações se tornam privadas de modo a serem melhor controladas pelos anotadores. Por outro lado, o documento continua único e centralizado. Os cenários pré-colaborativos como a leitura requer esta classe de sistema. Recursos de anotação na Web por meio de navegadores são uma instância desta classe. O mesmo para recursos de anotação em dispositivos móveis, pois devido à infraestrutura sujeita a desconexões requer uma separação entre anotação em bases locais e documentos centralizados. Enfim, esta classe de sistema implica em documentos de ciclo de vida heterônimo e anotações autônomas.

Com a transição de *NhDa* para *NaDa* (rotulada como 3 na Figura 3), a colaboração sobre versões de um documento passa a utilizar anotações feitas localmente que podem ter sido feitas em dispositivos móveis ou simplesmente foram disponibilizadas parcialmente pelo seu autor.

Situações que requerem este tipo de flexibilidade correspondem a grupos de colaboração organizados sob demanda e temporariamente. Pessoas podem decidir anotar e posteriormente disponibilizar uma ou outra anotação ao grupo. Este pode ser o caso de escrita colaborativa de um relatório sobre um extenso projeto de pesquisa. Participantes e observadores compartilham diferentes versões do documento e decidem anotar à medida que os resultados são reportados.

A razão para pessoas manterem anotações sem compartilhar pode decorrer de esperarem uma melhor redação da própria anotação ou mesmo do relatório para assim se certificarem que a anotação de fato será uma contribuição e não uma dispersão. Isto é patente com os observadores, que como tais não participaram intensivamente na obtenção dos resultados reportados.

Sistemas desta classe podem evoluir de sistemas *NhDa* por meio de um recurso que permita separar as anotações do documento e desta maneira evoluir as anotações independentemente do documento. Ao adicionarmos recursos a um sistema *NhDa* para disponibilizar anotações privadas para colaboradores distribuídos, obteremos um sistema da classe *NaDa*.

Com a transição de *NaDh* para *NaDa*, a colaboração por troca de anotações privada deixa de atuar sobre um único documento e passa a referenciar diferentes versões de documento. As anotações autônomas referenciam documentos de diferentes versões. Esta situação acontece na escrita colaborativa de manuais de uma família de equipamentos, que, portanto, compartilham parte da documentação e respectivas anotações. Este também é o caso de sistema de documentação de produtos de software, cujas entregas (*releases*) requerem

fontes versionados e documentados. Uso de padrões abertos nos sistemas *NaDh* é um caminho de interoperabilidade que leva a sistemas da classe *NaDa*.

A aplicação dessa classificação aos sistemas analisados, sintetizada na Tabela 3, mostra que há uma carência de soluções para os quadrantes *NhDh* e, principalmente, *NaDa*.

Foram considerados nessa análise também os tipos de lugar de anotação usados por esses sistemas. Foram identificados os tipos **âncora** (ou ponte), no qual a anotação está associada a um ícone ou hiperligação no documento; **post-it** (ou in-line), no qual a anotação é anexada ao documento, de forma minimizada; **in-place**, com a anotação visível e integrada ao documento, como uma anotação em papel; **projeção**, como a anotação realizada em uma camada transparente sobreposta ao documento; e **bloco de notas**, com anotações realizadas em outros documentos.

A síntese da relação entre tipos de lugar de anotação segundo a classificação dos sistemas é apresentada na Figura 4. Percebemos que os quadrantes *NhDh* e *NaDh* privilegiam anotações do tipo âncora, enquanto o quadrante *NaDa* apresenta uma proporção muito maior de anotações do tipo projeção que os demais quadrantes. O motivo para essa diferença é a facilidade oferecida por esse tipo de anotação para reposicionamento da anotação no documento, um requisito identificado para essa classe de sistema de anotação digital. A lista de todos os sistemas classificados está no apêndice.

V. REQUISITOS ESSENCIAIS

A escolha das fronteiras do software é uma difícil decisão de design com vários desdobramentos. A primeira restrição para o desenho arquitetural é que os aspectos classificados como essenciais estarão dentro da fronteira e os aspectos acidentais fora da fronteira. Por estar fora da fronteira não significa que não serão contemplados, mas que precisarão de soluções de desacoplamento.

Bourque et al. [66] estabelecem oito critérios que foram usados por especialistas da Engenharia de Software para reduzir uma lista inicial com 65 para 16 recomendações sugeridas como fundamentais para a área. Similarmente, podemos usar esses critérios para identificar os requisitos essenciais de sistemas de anotação digital:

1. Princípios fundamentais são menos específicos que metodologias e técnicas.
2. Princípios fundamentais são mais duradouros que metodologias e técnicas.
3. Princípios fundamentais são tipicamente descobertos ou abstraídos da prática e devem ter alguma correspondência com boas práticas.
4. Princípios fundamentais de engenharia de software não devem contradizer princípios fundamentais mais gerais.
5. Princípios fundamentais não devem priorizar características de uma solução (processo de engenharia deve fazê-lo). Princípios fundamentais

devem identificar e explicar a importância de várias características, as quais o processo de engenharia por sua vez poderá selecionar.

6. Pode haver compromissos na aplicação entre princípios fundamentais.
7. Um princípio fundamental deve ser preciso o suficiente para ser capaz de garantir confirmação ou contradição.
8. Um princípio fundamental deve se relacionar com um ou mais conceitos básicos.

Alguns desses critérios para identificar princípios fundamentais na Engenharia de Software podem ser aplicados ao problema de selecionar requisitos essenciais nas aplicações de anotação digital. Assim, quatro novos critérios específicos para esse tipo de aplicação foram derivados:

Limitação Técnica (derivada do critério-2): O requisito essencial não deve se justificar unicamente como resposta a limitações tecnológicas.

Especificidade (derivada do critério-1): O requisito essencial não deve existir em outros sistemas que tenham finalidades distintas. Em outras palavras, o requisito não deve ser suprido por outros sistemas.

Viabilidade (derivada do critério-7): O requisito essencial deve resistir à prova de confirmação ou contradição: podemos anotar sem ter o recurso?

Identidade (derivada dos critérios 8 e 4): O requisito essencial deve ser descrito em termos de anotação, posição e lugar-de-anotação. Portanto, também não deve contradizer estes conceitos. Em outras palavras, o que estamos fazendo é considerado anotar?

A aplicação desses novos critérios aos requisitos resultou na classificação de 21 requisitos levantados nesse tipo de sistema em cinco grupos (Tabela 4). Os requisitos que escaparam de todos os quatro critérios são considerados acidentais.

VI. PROTÓTIPO IMPLEMENTADO

Consideramos a codificação uma etapa de design [67]. Não realizamos estudos com usuários ou testes de usabilidade. Para demonstrar os requisitos escolhemos o cenário de revisão e estendemos um *plugin* do ambiente Java Eclipse chamado Jupiter, que já automatiza o processo de revisão em quatro fases – configuração, individual, equipe e retrabalho.

A primeira fase (Figura 5) consiste em escolher autor, revisores, arquivos e atributos de revisão (severidade, tipo, resolução, status, etc.).

A segunda fase consiste na criação individual das ocorrências pelos revisores (aba “Individual Phase” na Figura 6). Uma ocorrência consiste em um problema identificado no código e é exibida como uma anotação ao lado do código fonte. Esta forma de exibição e o acesso ao conteúdo em uma área apartada correspondem à metáfora de lugar âncora (Figura 7).

Na terceira fase a equipe recebe uma lista de ocorrências filtradas por um moderador (aba “Team Phase” na Figura 6), enquanto que a quarta fase corresponde à atuação da pessoa à

qual foi delegada a resolução da ocorrência (aba “Rework” na Figura 6).

Adaptamos o *plugin* Jupiter em dois aspectos. Primeiro, alteramos a visualização das ocorrências de modo a ter um lugar de anotação adequado ao cenário de revisão proposto. Para tanto, permitimos a visualização dos comentários trocados entre os autores durante as fases de revisão (Figura 8). Segundo, forçamos o respeito à informação de autoria. Também desenvolvemos um componente para autenticação de modo a garantir a integridade da informação de autoria e também um componente para permitir a persistência das anotações em arquivos XML.

VII. CONCLUSÃO

Neste trabalho, estabelecemos um panorama extensivo e analítico da tecnologia de anotação digital, a partir da análise de 80 sistemas disponibilizados nos últimos 25 anos – os sistemas analisados e sua classificação são apresentados no Apêndice. Descrevemos seis cenários de uso, que foram fundamentados numa ampla literatura científica nas áreas de tecnologia educacional e de interação homem-computador. Em outras palavras, os cenários não resultaram de um exercício arbitrário e imaginativo.

Concebemos uma classificação de sistemas de anotação com uma matriz de classes paradigmáticas que pode ser utilizada para guiar o projeto de novos sistemas de anotação digital. A viabilidade dessa proposta foi verificada com a implementação de um sistema de anotações na forma de um *plugin* para a plataforma de desenvolvimento de software Eclipse, no qual esses requisitos foram contemplados [68].

A classificação desses 80 sistemas, aliada à separação entre requisitos essenciais e acidentais, abre o caminho para modelos verdadeiramente reutilizáveis de anotação digital. Como essa separação utilizou critérios objetivos e testáveis, será possível reapplicá-los a cada novo avanço tecnológico.

Por fim, cabe destacar que as metáforas conceituais aqui utilizadas podem ser aplicadas a outros cenários colaborativos, tais como buscadores de informação ou editores colaborativos. Os critérios de seleção de requisitos essenciais suportariam a análise de outras famílias de tecnologia, tais como frameworks de aplicação. A classificação paradigmática baseada nas categorias de autonomia e heteronomia pode ser aplicada a outros modelos distribuídos, tais como sistemas de agentes ou sistemas baseados em redes. A classificação também pode ser utilizada como critério de seleção de requisitos essenciais.

REFERÊNCIAS

- [1] W3C Collaboration Working Groups (1995). *Collaboration, knowledge representation and automatability*. [Online] Available: <http://www.w3.org/Collaboration/Overview.html>
- [2] M. de Certeau, *A Invenção do Cotidiano*. Editora UNESP, 1ª Edição, 1998.
- [3] C. C. Marshall, “Annotation: From Paper Books to the Digital Library,” in *Proceedings of the second ACM international conference on Digital libraries - DL '97*, 1997, pp. 131-140.
- [4] C. C. Marshall, “Toward an ecology of hypertext annotation,” in *Proceedings of the ninth ACM conference on Hypertext and hypermedia*, 1998, pp. 40-49.

- [5] K. A. Kiewra, "Investigating Notetaking and Review: A Depth of Processing Alternative," *Educational Psychologist*, vol. 20, no. 1, pp. 23-32, Jan. 1985.
- [6] J. F. Carter and N. H. Van Matre, "Note taking versus note having.," *Journal of Educational Psychology*, vol. 67, no. 6, pp. 900-904, 1975.
- [7] H. S. Ladas, "Note taking on lectures: An information processing approach," *Educational Psychologist*, vol. 15, no. 1, pp. 44-53, Jan. 1980.
- [8] K. A. Kiewra, N. F. DuBois, D. Christian, and A. McShane, "Providing study notes: Comparison of three types of notes for review," *Journal of Educational Psychology*, vol. 80, no. 4, pp. 595-597, 1988.
- [9] K. A. Kiewra, N. F. DuBois, D. Christian, A. McShane, M. Meyerhoffer, and D. Roskelley, "Note-taking functions and techniques.," *Journal of Educational Psychology*, vol. 83, no. 2, pp. 240-245, 1991.
- [10] D. Armel and S. A. Shrock, "The Effects of Required and Optional Computer-Based Note Taking on Achievement and Instructional Completion Time," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 14, no. 4, pp. 329-344, 1996.
- [11] K. O'Hara and A. Sellen, "A comparison of reading paper and on-line documents," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '97*, 1997, pp. 335-342.
- [12] I. A. Ovsianikov, M. A. Arbib, and T. H. McNeill, "Annotation technology," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 50, no. 4, pp. 329-362, Apr. 1999.
- [13] J. J. Cadiz, A. Gupta, and J. Grudin, "Using Web annotations for asynchronous collaboration around documents," in *Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '00*, 2000, pp. 309-318.
- [14] A. J. B. Brush, D. Barger, A. Gupta, and J. J. Cadiz, "Robust annotation positioning in digital documents," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '01*, 2001, pp. 285-292.
- [15] P. Bottoni, S. Levialdi, and P. Rizzo, "An Analysis and Case Study of Digital Annotation," in *Databases in Networked Information Systems*, vol. 2822, N. Bianchi-Berthouze, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003, pp. 216-230.
- [16] R. E. Mayer, "Aids to text comprehension," *Educational Psychologist*, vol. 19, no. 1, pp. 30-42, Jan. 1984.
- [17] A. Adler, A. Gujar, B. L. Harrison, K. O'Hara, and A. Sellen, "A diary study of work-related reading: design implications for digital reading devices," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '98*, 1998, pp. 241-248.
- [18] B. N. Schilit, G. Golovchinsky, and M. N. Price, "Beyond paper: supporting active reading with free form digital ink annotations," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '98*, 1998, pp. 249-256.
- [19] N. Kaplan and Y. Chisik, "In the company of readers: the digital library book as 'practiced place'," in *Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries - JCDL '05*, 2005, p. 235.
- [20] B. Brahier, "Teachers' Uses of Students' Digital Annotations: Implications for the Formative Assessment of Reading Comprehension," University of Minnesota Center for Reading Research, Minneapolis, MN, 2006.
- [21] D. G. Lebow and D. W. Lick, "HyLighter: An effective interactive annotation innovation for distance education," in *20th Annual Conference on Distance Teaching and Learning*, 2005, pp. 1-5.
- [22] D. Barger and T. Moscovich, "Reflowing digital ink annotations," in *Proceedings of the conference on Human factors in computing systems - CHI '03*, 2003, p. 385.
- [23] C. C. Crawford, "Some Experimental Studies of the Results of College Note-Taking," *The Journal of Educational Research*, vol. 12, no. 5, pp. 379-386, 1925.
- [24] S. Whittaker, P. Hyland, and M. Wiley, "FILOCHAT: handwritten notes provide access to recorded conversations," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems celebrating interdependence - CHI '94*, 1994, pp. 271-277.
- [25] L. D. Wilcox, B. N. Schilit, and N. Sawhney, "Dynomite: a dynamically organized ink and audio notebook.," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '97*, 1997, pp. 186-193.
- [26] T. Lauer and S. Busl, "Supporting Speech as Modality for Annotation and Asynchronous Discussion of Recorded Lectures," in *Eighth IEEE International Symposium on Multimedia (ISM'06)*, 2006, pp. 889-894.
- [27] M. G. C. Pimentel, R. Goularte, R. G. Cattelan, F. S. Santos, and C. Teixeira., "Ubiquitous Interactive Video Editing via Multimodal Annotations", in *Proceedings of European Interactive TV Conference (EuroITV 2008)*, 2008, Salzburg and Proceedings of 6th European Interactive TV Conference (LNCS 5066), 2008. v. 1. p. 72-81
- [28] R. Goularte, J. A. Camacho-Guerrero, JR, V. R. Inácio, R. G. Cattelan, and M. G. C. Pimentel., "M4Note: a Multimodal Tool for Multimedia Annotations", in *Proceedings of II Latin-American WEB Congress*, 2004, Ribeirão Preto. WebMedia & LAWeb 2004 Joint Conference. Los Alamitos : IEEE Computer Society, 2004. v. 1. p. 142-149.
- [29] M. A. Chatti, T. Sodhi, M. Specht, R. Klamma, and R. Klemke, "u-annotate: An Application for User-Driven Freeform Digital Ink Annotation of E-Learning Content," in *Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*, pp. 1039-1043.
- [30] G. D. Abowd, "Classroom 2000: An experiment with the instrumentation of a living educational environment," *IBM Systems Journal*, vol. 38, no. 4, pp. 508-530, 1999.
- [31] R. Bentley, T. Horstmann, K. Sikkell, and J. Trevor, "Supporting Collaborative Information Sharing with the World Wide Web: The BSCW Shared Workspace System," in *4th WWW Conference*, 2005.
- [32] R. C. Davis et al., "NotePals: lightweight note sharing by the group, for the group," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems the CHI is the limit - CHI '99*, 1999, pp. 338-345.
- [33] K. Franke, I. Guyon, L. Schomaker, and L. Vuurpijl, "The WANDAML Markup Language for Digital Document Annotation," in *Ninth International Workshop on Frontiers in Handwriting Recognition*, pp. 563-568.
- [34] N. Ward and H. Tatsukawa, "A tool for taking class notes," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 59, no. 6, pp. 959-981, Dec. 2003.
- [35] [T. R. Gruber, "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," *Knowledge Acquisition*, vol. 5, no. 2, pp. 199-220, 1993.
- [36] B. K. Smith, E. Blankinship, and T. Lackner, "Annotation and education," *IEEE Multimedia*, vol. 7, no. 2, pp. 84-89, 2000.
- [37] R. A. Arko, K. M. Ginger, K. A. Kastens, and J. Weatherley, "Using Annotations to Add Value to a Digital Library for Education," *D-Lib Magazine*, vol. 12, no. 5, 2006.
- [38] D. T. Lawton and I. E. Smith, "The Knowledge Weasel hypermedia annotation system," in *Proceedings of the fifth ACM conference on Hypertext - HYPERTEXT '93*, 1993, pp. 106-117.
- [39] J. Kahan, M.-R. Koivunen, E. Prud'Hommeaux, and R. R. Swick, "Annotea: an open RDF infrastructure for shared Web annotations," *Computer Networks*, vol. 39, no. 5, pp. 589-608, Aug. 2002.
- [40] H. Mitsuhara, Y. Ochi, K. Kanenishi, and Y. Yano, "A web retrieval support system with a comment sharing environment: toward an adaptive web-based IR system," in *International Conference on Computers in Education, 2002. Proceedings.*, vol. 1, pp. 1218-1222.
- [41] T. Volkmer, J. R. Smith, and A. Natsev, "A web-based system for collaborative annotation of large image and video collections," in *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia - MULTIMEDIA '05*, 2005, p. 892.
- [42] W. Rigo, , R. Fileto, R. Willrich, V. C. Pereira Junior, C. G. V. Wangenheim, V. A. Oliveira, and L. S. B. Brasil, "Anotação de Conteúdo Multimídia em Repositórios com Interfaces Web baseadas em Conhecimento de Domínio", in *Proceedings of Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (WebMedia)*, 2011.
- [43] D. Fogli, G. Fresta, and P. Mussio, "On electronic annotation and its implementation," in *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces - AVI '04*, 2004, p. 98.
- [44] S. Bloehdorn et al., "Semantic Annotation of Images and Videos for Multimedia Analysis," in *The Semantic Web: Research and Applications*, vol. 3532, A. Gómez-Pérez and J. Euzenat, Eds. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2005, pp. 592-607.
- [45] R. Schroeter, J. Hunter, and D. Kosovic, "Vannotea - A Collaborative Video Indexing , Annotation and Discussion System For Broadband

- Networks," in *International Conference on Knowledge Capture*, 2003, pp. 23-26.
- [46] J. R. Davis and D. P. Huttenlocher, "Shared annotation for cooperative learning," in *Proceedings of the International Conference on Computer Supported Collaborative Learning*, 1995, pp. 84-88.
- [47] K. Swan and C. Meskill, "Using Hypermedia To Enhance Response-Based Literature Teaching and Learning.," *Journal of Educational Technology Systems*, vol. 26, no. 2, pp. 151-167, 1998.
- [48] P. Nokelainen, M. Miettinen, J. Kurhila, P. Floreen, and H. Tirri, "A shared document-based annotation tool to support learner-centred collaborative learning," *British Journal of Educational Technology*, vol. 36, no. 5, pp. 757-770, Sep. 2005.
- [49] T. Lauer and S. Busl, "Supporting Speech as Modality for Annotation and Asynchronous Discussion of Recorded Lectures," in *Eighth IEEE International Symposium on Multimedia (ISM'06)*, 2006, pp. 889-894.
- [50] T. Herrmann and A. Kienle, "KOLUMBUS: Context-Oriented Communication Support in a Collaborative Learning Environment," pp. 251-260, Jul. 2002.
- [51] A. J. B. Brush, "Annotating digital documents," in *CHI '02 extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI '02*, 2002, p. 542.
- [52] M. Miettinen, P. Nokelainen, P. Floreen, H. Tirri, and J. Kurhila, "EDUCOSM - personalized writable Web for learning communities," in *Proceedings ITCC 2003. International Conference on Information Technology: Coding and Computing*, pp. 37-42.
- [53] S. Furlinger, A. Auinger, and C. Stary, "Interactive annotations in web-based learning systems," in *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings.*, pp. 360-365.
- [54] B. Jackson, "Cooperative Learning: A Case Study of a University Course in Systems Analysis," *Innovations in Education & Training International*, vol. 31, no. 3, pp. 166-179, Aug. 1994.
- [55] C. M. Neuwirth, D. S. Kaufer, R. Chandhok, and J. H. Morris, "Issues in the design of computer support for co-authoring and commenting," in *Proceedings of the 1990 ACM conference on Computer-supported cooperative work - CSCW '90*, 1990, pp. 183-195.
- [56] P. G. Wojahn, C. M. Neuwirth, and B. Bullock, "Effects of interfaces for annotation on communication in a collaborative task," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems - CHI '98*, 1998, pp. 456-463.
- [57] M. D. P. Leland, R. S. Fish, and R. E. Kraut, "Collaborative document production using quilt," in *Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work - CSCW '88*, 1988, pp. 206-215.
- [58] C. Weng and J. H. Gennari, "Asynchronous collaborative writing through annotations," in *Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work - CSCW '04*, 2004, p. 578.
- [59] P. Black and D. Wiliam, "Inside the Black Box Raising Standards Through Classroom Assessment," *Phi Delta Kappan*, vol. 80, no. 2, pp. 139-148, 1998.
- [60] B. Cowie and B. Bell, "A Model of Formative Assessment in Science Education," *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, vol. 6, no. 1, pp. 101-116, Mar. 1999.
- [61] T. Crooks, "The Validity of Formative Assessments," in *British Educational Research Association Annual Conference*, 2001.
- [62] G. Lakoff and M. Johnson, *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press, 1980.
- [63] G. Lakoff, "The contemporary theory of metaphor," in *Metaphor and Thought*, 2nd ed., A. Ortoni, Ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993, pp. 202-251.
- [64] M. Hori, M. Abe, and K. Ono, "Robustness of External Annotation for Web-Page Clipping: Empirical Evaluation with Evolving Real-Life Web Documents," in *International Conference on Knowledge Capture*, 2003, pp. 65-72.
- [65] R. C. Dunnell, *Classificação em arqueologia*. São Paulo: EDUSP, 2007, p. 264p.
- [66] P. Bourque, R. Dupuis, A. Abran, J. W. Moore, L. Tripp, and S. Wolff, "Fundamental principles of software engineering – a journey," *Journal of Systems and Software*, vol. 62, no. 1, pp. 59-70, May 2002.
- [67] J. W. Reeves, "What Is Software Design?," em C++ Journal, v.2(2), 1992. Artigo disponível em <http://www.c2.com/cgi/wiki/WhatIsSoftwareDesign> , (acessado em maio de 2012)
- [68] C. M. Adriano, "Arquitetura de anotações digitais para grupos colaborativos," *Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas*, 2010.
- [69] D. Needle, "HyperCard: Rumors or Reality", *Computer Currents*, 11 August 1987.
- [70] F. G. Halasz, "Reflections on NoteCards: seven issues for the next generation of hypermedia systems", in *Commun. ACM* vol. 31, no 7, 1988, pp. 836-852.
- [71] T. Catlin, P. Bush, and N. Yankelovich, "InterNote: Extending a Hypermedia Framework to Support Annotative Collaboration", in *Proceedings of the Hypertext Conference*, 1989, pp. 365-378.
- [72] C. C. Marshall, F. G. Halasz, R. A. Rogers, and W. C. Janssen Jr., "Aquanet: a hypertext tool to hold your knowledge in place", in *Proceedings of Hypertext Conference*, 1991.
- [73] J. M. Haake and B. Wilson, "Supporting Collaborative Writing of Hyperdocuments in SEPIA", in *Proceedings of Hypertext*, 1993.
- [74] A. Ginsburg, J. Marks, and S. Shieber, "A Viewer for PostScript Documents", in *Proceedings of UIST*, 1996.
- [75] D. LaLiberte, "A Protocol for Scalable Group and Public Annotations", in *Proceedings of WWW Conference*, 1995
- [76] J.R. Davis and D. P. Huttenlocher, "Shared Annotation for Cooperative Learning", in *Proceedings of CSCL*, 1995, pp. 84-88.
- [77] M. Roscheisen, C. Mogensen, and T. Winograd, "Interaction Design for Shared World-Wide Web Annotations", in *Proceedings of CHI Conference*, 1995, pp. 328-329.
- [78] S. Greenberg and M. Roseman, "GroupWeb: A WWW Browser as Real Time Groupware", in *Proceedings of the ACM SIGCHI*, 1996, pp. 271-272.
- [79] M. A. Schickler, M. S. Mazer, and C. Brooks, "Pan-Browser Support for Annotations and Other Meta-Information on the World Wide Web", in *Proceedings of WWW Conference*, 1996.
- [80] S. Gianoutsos, "W4: A World Wide Web Browser with CSCW support", in *Proceedings of OZCHI*, 1996, pp. 334-335.
- [81] P. Martin, "The WebKB set of tools: a common scheme for shared WWW Annotations, shared knowledge bases and information retrieval", in *Proceedings of ICCS'97*, Springer Verlag, LNAI v.1257, 1997, pp.585-588.
- [82] R. Scheidl, H. Buckle, and R. Schmutzer, "Web4Groups - A Tool for Telematic Collaboration", in *Proceedings of DEXA*, 1997, pp. 425-430.
- [83] "T. A. Phelps and R. Wilensky, ""Multivalent Annotations"", in *Proceedings of the First European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, 1997.
- [84] <http://www.imarkup.com>
- [85] <http://www.iath.virginia.edu/inote>
- [86] M. Baldonado, S. Cousins, B. Lee, and A. Paepcke, "Notable: An Annotation System for Networked Handheld Devices", in *Proceedings of CHI*, 1999, pp. 210-211
- [87] Andreas Geyer-Schulz, Stefan Koch and Georg Schneider, "Virtual Notes: Annotations on the WWW for Learning Environments", in *Proceedings of AMCIS*, 1999, pp. 136-138.
- [88] M. Erdmann, A. Maedche, H.-P. Schnurr, and S. Staab, "From Manual to Semi-automatic Semantic Annotation: About Ontology-based Text Annotation Tools", in *Proceedings of Coling*, 2000.
- [89] C. M. Adriano, A. R. Barbosa, I. L. M. Ricarte, and L. P. Magalhães, "Changing Interaction Paradigms in Annotation Environments", in *Proceedings of EDMEDIA*, 2000, pp. 63-68.
- [90] F. Nack and W. Putz, "Designing Annotation Before It's Needed", in *Proceedings of MM Conference*, 2001, pp. 251-260.
- [91] S. Luz, "Y-notes: Unobtrusive devices for hypermedia annotation", in *Proceedings of HT*, 2001, pp. 31-32
- [92] M. P. Steves, M. Ranganathan, and E. Morse, "SMAT: Synchronous Multimedia and Annotation Tool", in *Proceedings of the International Conference on System Science*, 2000.
- [93] T. Sannomiya, T. Amagasa, M. Yoshikawa, and S. Uemura, "A Framework for Sharing Personal Annotations on Web Resources using XML", in *Proceedings of ITVE*, 2001, pp. 40-48.
- [94] F. Ciravegna, A. Dingli, D. Petrelli, and Y. Wilks, "User-System Cooperation in Document Annotation based on Information Extraction", in *Proceedings of EKAW*, 2002, pp.122-137.
- [95] T. Jung, M. D. Gross, E. Y. Do, "Annotating and Sketching on 3D Web Models", in *Proceedings of IUI*, 2002, pp. 95-102

- [96] E. F. Churchill, J. Trevor, S. Bly, L. Nelson, and D. Cubranid, "Anchored Conversations Chatting in the Context of Document", in *Proceedings of CHI*, 2001, pp. 454-461.
- [97] N. O. Bouvin, P. T. Zellweger, K. Grønbaek, and J. D. Mackinlay, "Fluid Annotations through Open Hypermedia: Using and Extending Emerging Web Standards", in *Proceedings of WWW*, 2002, pp. 160-171.
- [98] G. Golovchinsky and L. Denoue, "Moving Markup: Repositioning Freeform Annotations", in *Proceedings of WWW*, 2002, pp. 21-29.
- [99] D. C. A. Bulterman, "Using SMIL to Encode Interactive, Peer-Level Multimedia Annotations", in *Proceedings fo DocEng*, 2003, pp. 32-41.
- [100] T. Morton and J. LaCivita, "WordFreak: An Open Tool for Linguistic Annotation", in *Proceedings of HLT-NAACL*, 2003, pp. 17-18.
- [101] C. Decurtins, M. C. Norrie, and B. Signer, "Digital Annotation of Printed Documents", in *Proceedings of CIKM*, 2003, pp. 552-555
- [102] J. Cross, C. Baber, and S. I. Woolley, "Layered Annotations of Digital Images for Data Collection in the Field", in *Proceedings of ISWC*, 2003.
- [103] <http://www.delicious.com>
- [104] C. Lin, B. L. Tseng, and J. R. Smith, "Video Collaborative Annotation Forum: Establishing Ground-Truth Labels on Large Multimedia Datasets", in *Proceedings of Trecvid*, 2003.
- [105] L. Ahn and L. Dabbish, "Labeling Images with a Computer Game", in *Proceedings CHI*, 2004.
- [106] S. Kim, M. Slater, and E. J. Whitehead Jr., "WebDAV-based Hypertext Annotation and Trail System", in *Proceedings of HT*, 2004, pp. 87-88.
- [107] P. Bottoni, R. Civica, and S. Levialdi, "MADCOW: a Multimedia Digital Annotation System", in *Proceedings of AVI*, 2004, pp. 55-62.
- [108] R. Rajani and A. Vorbau, "Viewing and Annotating Media with MemoryNet", in *Proceedings of CHI*, 2004, pp. 1517-1520.
- [109] C. Wang and G. Chen, "Extending E-books with Annotation, Online Support and Assessment Mechanisms to Increase Efficiency of Learning", in *Proceedings of ITiCSE*, 2004, pp. 132-136.
- [110] D. R. Olsen Jr., T. Taufer, and J. A. Fails, "ScreenCrayons: Annotating Anything", in *Proceedings of UIST*, 2004, pp.165-174.
- [111] S. Carter, E. Churchill, L. Denoue, J. Helfman, and L. Nelson, "Digital Graffiti: Public Annotation of Multimedia Content", in *Proceedings of CHI*, 2004, pp. 1207-1210.
- [112] <http://annozilla.mozdev.org>
- [113] J. A. Sánchez, L. A. Flores, I. Kirschning, and Y. Ostróvskaia, "Supporting web-based scholarship through index cards and annotations", in *Proceedings of LA-WEB*, 2005.
- [114] L. Hong, E. H. Chi, and S. K. Card, "Annotating 3D Electronic Books" in *Proceedings of CHI 2005*, pp.1463-1466
- [115] T. Lauer and S. Busl, "Supporting Speech as Modality for Annotation and Asynchronous Discussion of Recorded Lectures", in *Proceedings of ISM*, 2006.

Christian M. Adriano graduado em Engenharia de Computação pela Universidade Estadual de Campinas (1997), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (2010) e doutorando na University of California at Irvine. Tem experiência na área de Engenharia de Software com ênfase em Métricas e certificado Project Management Professional.

Ivan Luiz Marques Ricarte possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas, mestrado em Engenharia Elétrica (área de concentração: Automação e Computação) pela Universidade Estadual de Campinas, doutorado em Engenharia Elétrica (área de concentração: Computadores) pela University of Maryland at College Park, nos Estados Unidos da América, e pós-doutorado na McGill University, no Canadá. É Professor Associado da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas e avaliador do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior - SiNAES/MEC. É membro da Sociedade Brasileira de Computação e da Sociedade Brasileira de Informática em Saúde. Tem experiência na área de Engenharia da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de aprendizagem colaborativa, sistemas hipermídia, ambientes colaborativos e aplicações da Web Semântica em saúde e educação.

Tabela 1 Tipos de atividades por cenário de uso (Fonte: preparada pelos autores)

Atividades	Leitura	Tomar Notas	Ontologias	Escrita Colaborativa	Discussão	Revisão
Analisar	X				X	X
Sintetizar	X	X		X	X	
Memorizar		X				
Copiar		X		X		
Classificar			X			X
Buscar		X	X			
Questionar	X				X	X
Marcar	X				X	X

Tabela 2 Relação entre anotações e documento (Fonte: preparada pelos autores)

	Cenário	Anotações impactam documento?	Documento impacta Anotações?
1	Leitura	Não	Sim
2	Tomar Notas	Não	Sim
3	Ontologias	Não	Sim
4	Escrita Colaborativa	Sim	Não
5	Discussão	Sim	Não
6	Revisão	Sim	Sim

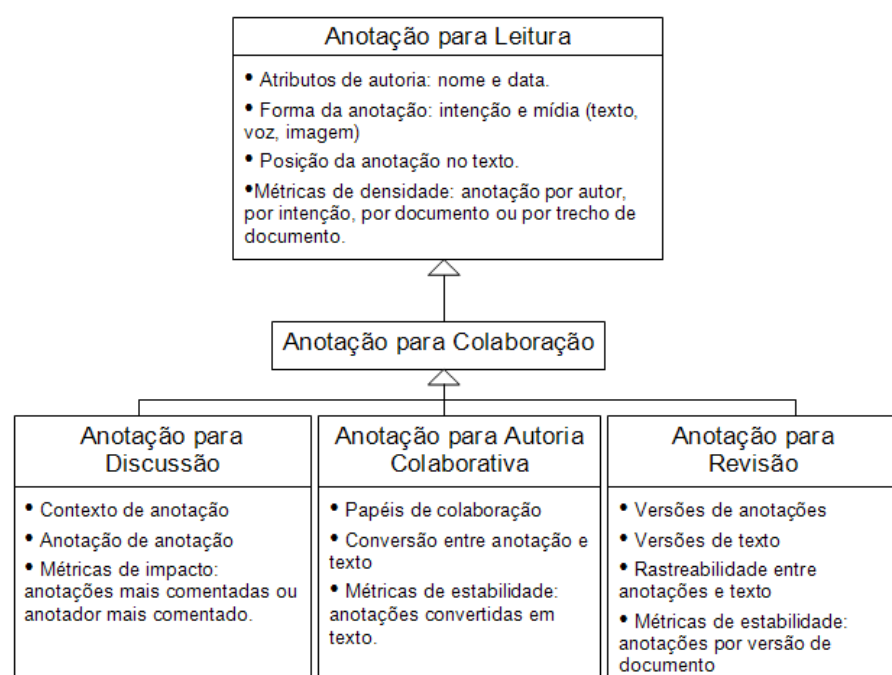


Figura 1 Resumo das características extraídas da análise dos cenários de uso de anotações digitais (Fonte: preparada pelos autores)

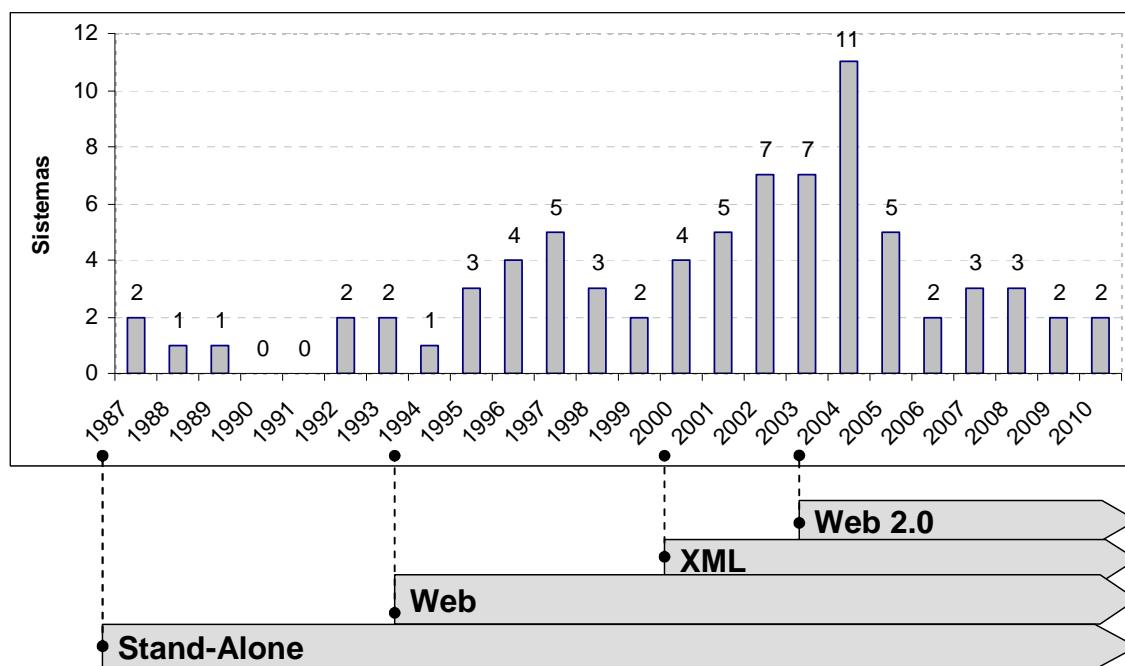


Figura 2 Sistemas publicados e ciclos tecnológicos: ciclo 1, Stand-alone; ciclo 2, Web; ciclo 3, XML; ciclo 4, Web 2.0 (Fonte: preparada pelos autores)

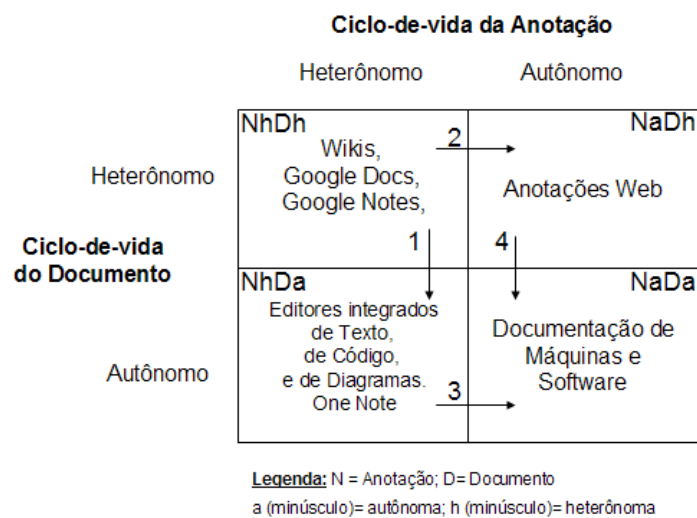


Figura 3 Quadrantes de autonomia (Fonte: preparada pelos autores)

Tabela 3 Distribuição de sistemas nos quadrantes de autonomia (Fonte: preparada pelos autores)

Quadrante	Quantidade de sistemas	%
NhDh	9	11%
NaDh	36	45%
NhDa	31	39%
NaDa	4	5%
Total	80	100%

Tabela 4 Aplicação dos critérios aos requisitos (Fonte: preparada pelos autores)

Requisitos	Atende ao Critério?				Justificativa
	Identi- dade	Viabili- dade	Especifi- cidade	Limitaç ão Técnica	
RF1. Associar anotações a qualquer parte do documento ou a partes pré-definidas	Sim	-	-	-	É parte da atividade de anotar
RF2. Mover anotações de posição	Sim	-	-	-	É parte da atividade de anotar
RF3. Anotar em várias mídias (som, texto, imagem, vídeo)	Sim	-	-	-	É parte da atividade de anotar
RF4. Manter informação de autoria e motivo de anotações	Sim	-	-	-	É parte da atividade de anotar
RF5. Anotar sobre outras anotações (lugar de anotação)	Sim	-	-	-	É parte da atividade de anotar
RF6. Manter anotações independentes do documento	Não	Sim	-	-	Ausência inviabiliza o cenário
RF7. Compartilhar anotações entre colaboradores	Não	Sim	-	-	Ausência inviabiliza o cenário
RF8. Manter documentos intactos (copyright)	Não	Sim	-	-	Ausência inviabiliza o cenário
RF9. Anotar em diferentes versões de documento	Não	Não	Sim	-	Não pode ser suportado por componentes externos
RF10. Conciliar anotações e versões de documentos concorrentes	Não	Não	Sim	-	Não pode ser suportado por componentes externos
RF11. Preservar anotações cuja posição no documento foi perdida (orfanação de anotações)	Não	Não	Sim	-	Não pode ser suportado por componentes externos
RF12. Buscar a partir de anotações	Não	Não	Não	Sim	É esperado no futuro que os ambientes suportem esta função.
RF13. Visualizar conjuntamente anotações e documentos	Não	Não	Não	Sim	É esperado no futuro que os ambientes suportem esta função.
RF14. Renderizar anotações	Não	Não	Não	Sim	É esperado no futuro que os ambientes suportem esta função.
RF15. Imprimir anotações e documentos	Não	Não	Não	Sim	É esperado no futuro que os ambientes suportem esta função.
RF16. Controlar versão de documentos	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios
RF17. Controlar acesso por perfil	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios
RF18. Coordenar diálogo	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios
RF19. Notificar mudança	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios
RF20. Gerenciar publicação	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios
RF21. Operar desconectado	Não	Não	Não	Não	Não atendeu aos critérios

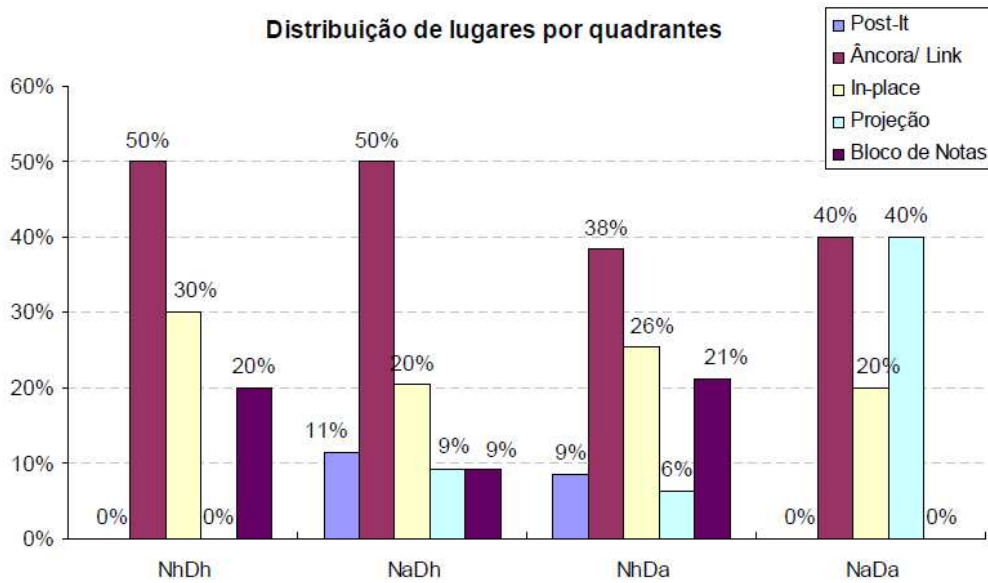


Figura 4 Distribuição de lugares de anotação por quadrante de autonomia (Fonte: preparada pelos autores)

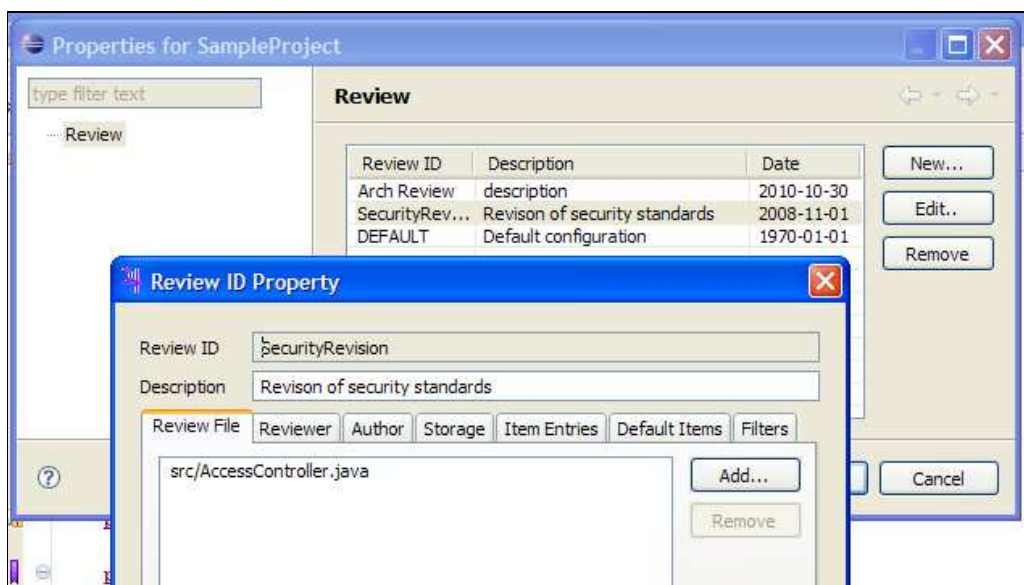


Figura 5 Configuração da revisão no protótipo implementado (Fonte: preparada pelos autores)

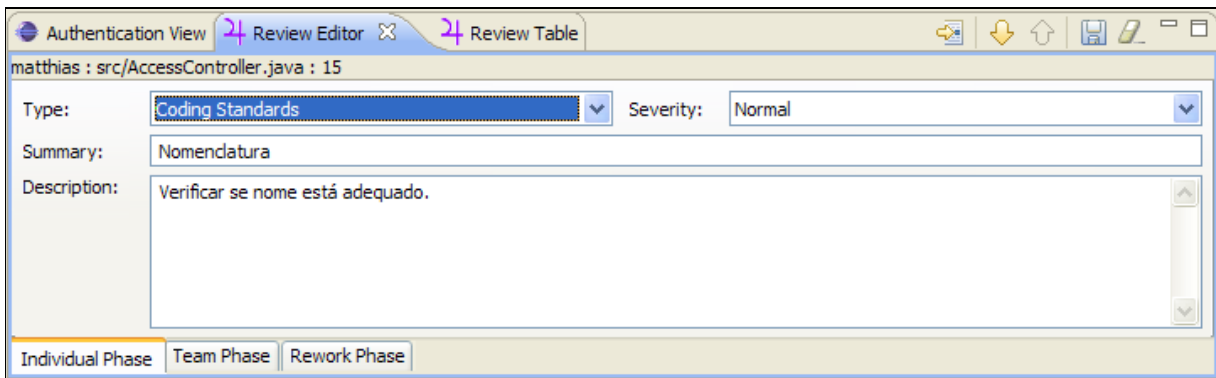


Figura 6 Criação de ocorrências de revisão no protótipo implementado (Fonte: preparada pelos autores)

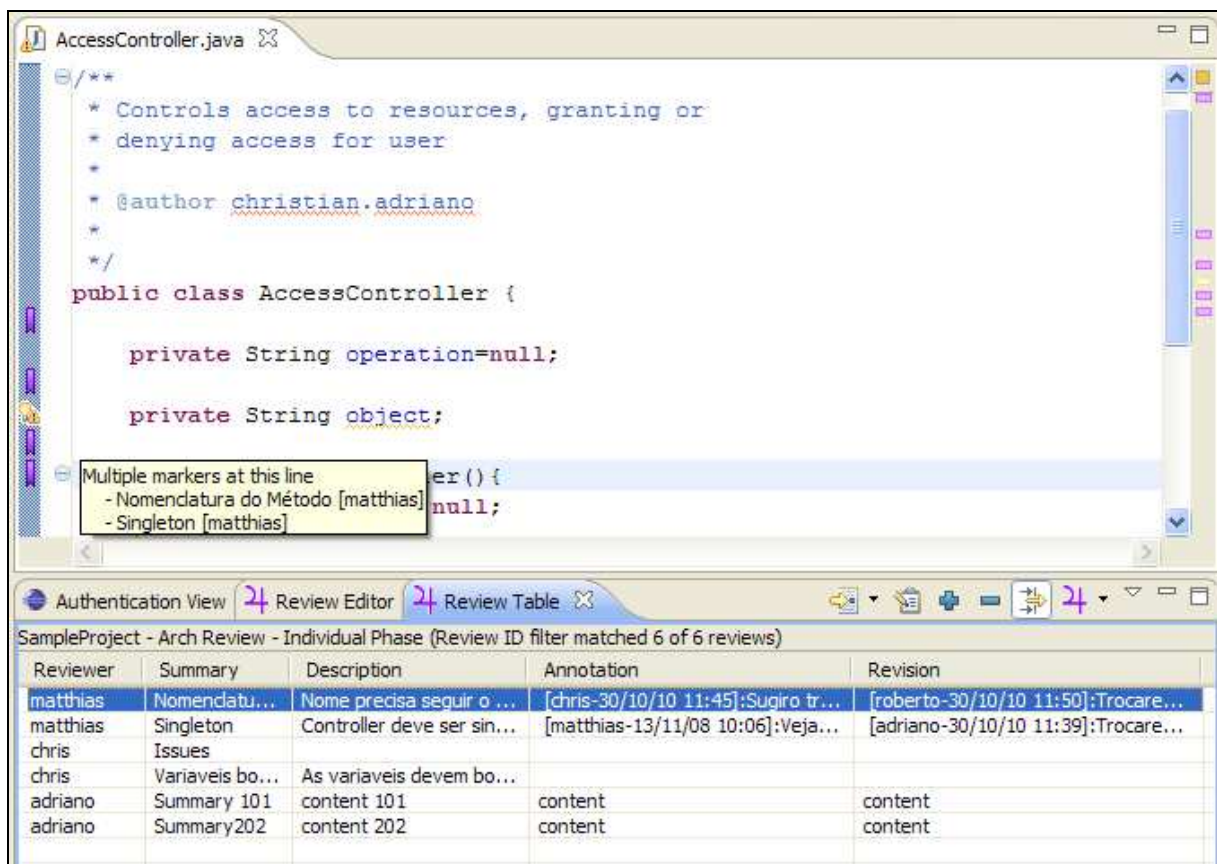


Figura 7 Implementação, no protótipo, do lugar âncora com duas ocorrências na mesma posição (Fonte: preparada pelos autores)

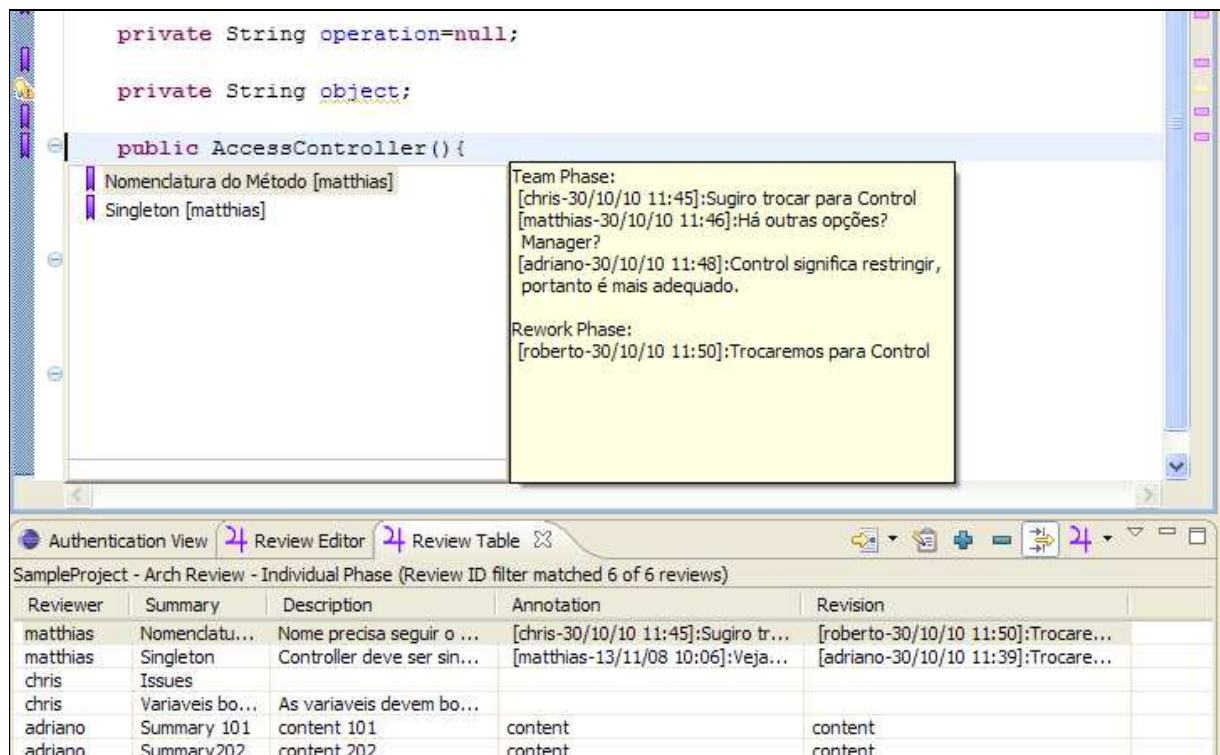


Figura 8 Lugar-de-anotação para discussão do processo de revisão no protótipo implementado (Fonte: preparada pelos autores)

APÊNDICE – CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS ANALISADOS

Sistema	Referência	Ano	Fonte	Quadrantes				Lugares-de-anotação				
				NhDh	NaDh	NhDa	NaDa	Post-It	Âncora/Link	In-place	Projeção	Bloco de Notas
HyperCard	[69]	1987	Produto			X			X			X
Notecards	[70]	1987	Hypertext			X			X			X
Quilt	[57]	1988	CSCW			X						X
InterNote	[71]	1989	Hypertext			X			X			
Aquanet	[72]	1991	Hypertext			X						X
SEPIA	[73]	1992	Hypertext			X						X
Deckview	[74]	1993	UIST			X			X			
KnowledgeWeasel	[38]	1993	Hypertext		X				X			
Filochat	[24]	1994	CHI			X				X		X
GPA	[75]	1995	WWW		X				X			
CoNote	[76]	1995	CSCL		X				X			
Commentor	[77]	1995	CHI		X				X			
BSCW	[31]	1995	CSCW	X					X			
GroupWeb	[78]	1996	CHI		X				X			
Panbrowser	[79]	1996	WWW		X				X			
W4	[80]	1996	CHI		X				X			
Classroom 2000	[30]	1996	MM	X						X		X
WebKB	[81]	1997	ICCS	X					X			
Web4Groups	[82]	1997	DEXA	X					X			
Multivalent	[83]	1997	DL				X		X		X	
Dynomite	[25]	1997	CHI			X			X	X		X

Sistema	Referência	Ano	Fonte	Quadrantes				Lugares-de-anotação				
				NhDh	NaDh	NhDa	NaDa	Post-It	Âncora/Link	In-place	Projeção	Bloco de Notas
Prep	[56]	1998	CHI			X						X
iMarkup	[84]	1998	Produto		X			X	X	X		
Inote	[85]	1998	Produto			X			X		X	
Notable	[86]	1999	CHI			X			X	X		
VirtualNotes	[87]	1999	AMCIS		X			X			X	
Ka	[88]	2000	COLING		X				X			
AnnotTool	[89]	2000	EDMedia		X			X	X			
WebDiscussion	[13]	2000	CSCW		X				X			
Amaya-Annotea	[39]	2001	Produto		X				X			
A4SM	[90]	2001	MM			X			X			
Y-Notes	[91]	2001	Hypertext		X				X			
SMAT	[92]	2001	HICSS		X							X
Wispa	[93]	2001	ITVE		X				X			
Melita	[94]	2002	EKAW			X			X			
WebCobalt	[40]	2002	ICCE		X				X			
SpacePen	[95]	2002	IUI			X		X		X		
WebAnn/CAF	[51]	2002	CHI		X				X			X
AnchorConversation	[96]	2002	CHI				X		X			
Fluid	[97]	2002	WWW			X			X			
XLibris	[98]	2002	UIST				X			X		
Evol	[64]	2003	CHI				X				X	
Ambulant	[99]	2003	DocEng		X							X
WordFreak	[100]	2003	HLT			X				X		
Callisto	[22]	2003	CHI			X				X		
Vannotea	[45]	2003	KCAP		X				X			
UCAT	[15]	2003	DNIS			X			X			
Paper++	[101]	2003	CIKM			X					X	

Sistema	Referência	Ano	Fonte	Quadrantes				Lugares-de-anotação				
				NhDh	NaDh	NhDa	NaDa	Post-It	Âncora/Link	In-place	Projeção	Bloco de Notas
Layer	[102]	2003	ISWC			X				X		
Del.icio.us	[103]	2003	Produto		X					X		
Swog	[58]	2004	CSCW		X			X				
VideoAnnEx	[104]	2004	Trecvid			X			X			
ESP	[105]	2004	CHI	X								X
Hats	[106]	2004	Hypertext		X				X			
Madcow	[107]	2004	AVI			X			X			
MemoryNet	[108]	2004	CHI	X					X			
Sholion	[53]	2004	ICALT		X						X	
eBook	[109]	2004	ITiCSE			X			X			
Crayon	[110]	2004	UIST			X				X		
DigitalGraffiti	[111]	2004	CHI		X					X		
Hylighter	[21]	2005	Produto			X			X			
M-OntoMat-Annotatizer	[44]	2005	Produto	X					X			
Annozilla-Annotea	[112]	2005	Produto		X				X			
IBM-EVA	[41]	2005	Produto		X				X			
Cronos	[113]	2005	LAWEB		X				X			X
3D-Book	[114]	2005	CHI			X				X		X
uAnnotate	[29]	2006	ICALT		X					X	X	
AWS	[115]	2006	ISM		X			X	X			
Stikis	www.stickis.com	2006	Produto		X					X		
Acrobat	www.adobe.com	2007	Produto			X		X	X	X		
MSWord	office.microsoft.com/msword	2007	Produto			X		X	X	X		
OneNote	office.microsoft.com/onenote	2007	Produto			X		X	X	X	X	
GoogleDocs	docs.google.com	2008	Produto	X						X		
A.nnotate	http://a.nnotate.com	2008	Produto	X						X		
MovieTool	www.ricoh.com	2008	Produto			X						X
Reframeit	www.reframeit.com	2008	Produto	X								X
Webnotes	www.webnotes.net	2008	Produto	X				X				
LayerPad	www.layerpad.com	2009	Produto	X							X	
Crocodoc	crocodoc.com	2010	Produto	X						X		
Blerp	www.blerp.com	2010	Produto	X								X