

ARTIGO

Engenharia de software em Telessaúde: aplicações e desafios

AUTORES

Elder Cirilo

Doutor em Informática PUC-Rio

Ingrid Nunes

MSc em Informática PUC-Rio

Darlinton Carvalho

MSc em Informática PUC-Rio

Gustavo Carvalho

Doutor em Informática PUC-Rio

Alfredo Veiga

MSc em Informática PUC-Rio

Carlos Lucena

Doutor em Ciência da Computação - Universidade da Califórnia em Los Angeles

I. INTRODUÇÃO

Tecnologias da informação e comunicação (TIC) vêm sendo amplamente exploradas na prática de Saúde. Além da grande variedade de ferramentas que foram desenvolvidas no auxílio à prevenção e tratamento de doenças, também

já se encontram usos mais inovadores de TIC ainda pouco explorados, como por exemplo, na aquisição de dados e suporte à análise de comportamento social acerca de doenças epidemiológicas. Neste contexto, a engenharia de sistemas de Telessaúde está associada a resolução de diversos problemas práticos da área de Saúde, que são investigados dentro da Ciência da Computação no âmbito da Engenharia de *Software*. A Engenharia de *Software*¹ é uma disciplina que se preocupa com todos os aspectos da produção (ex.: especificação, validação, desenvolvimento e evolução) e uso de sistemas de *software*.



Figura 1. Sistemas de Informação aplicados à rotina do profissional da saúde e da população em geral.

Neste capítulo, diversos dos desafios relacionados à engenharia de sistemas voltados à Telessaúde serão discutidos através de aplicações de *software* deste domínio. A identificação desses desafios resultou de uma vasta experiência no desenvolvimento e uso de sistemas de Telessaúde pelo Laboratório de

Engenharia de *Software* (LES) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), em associação com diferentes hospitais e unidades de tratamento, no âmbito de projetos financiados por diversas agências financiadoras tais como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). A Figura 1 ilustra como as aplicações de *software* construídas e estudadas se aplicam no dia a dia tanto do profissional da Saúde, quanto da sociedade em geral.

O projeto que resultou no Sistema Unificado de Assistência Pré-natal (SUAP) foi realizado em parceria com ginecologistas e obstetras do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), Niterói/RJ. O SUAP consiste em um sistema com funcionalidades autônomas que suportam e monitoram a assistência pré-natal. O termo unificado é devido à unificação dos dados em uma base de dados central, que pode ser acessada de diferentes instituições de saúde. Em parceria com o Instituto de Responsabilidade Social do Hospital Sírio-libanês (IRSSL), foi realizado um estudo, a partir do conteúdo disponível em sites de redes sociais na internet, sobre as motivações que levam ao início e ao fim do uso de drogas, especialmente o crack. O resultado desse estudo serviu como tema para discussão em um seminário organizado pelo IRSSL, que envolveu mais de 50 autoridades e especialistas de todas as esferas de governo, associações e academia. Para viabilizar a realização desse estudo, foi desenvolvido um conjunto de ferramentas que auxiliam no estudo por especialistas. Finalmente, o LES também vem conduzindo diversos estudos em relação à aplicação de tecnologias no apoio à rotina hospitalar e ao treinamento de profissionais da Saúde. Em um primeiro estudo as tecnologias SANA Mobile² e OpenMRS³ foram aplicadas em conjunto por médicos na construção e disponibilização de prontuários, respectivamente. Um segundo estudo conduzido no contexto de uma turma de Clínica Médica da Escola de Medicina e Cirurgia da Universidade

do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) avaliou o uso da plataforma de aprendizado baseada em comunidades *online Youknow*⁴.

Durante a execução destes projetos identificou-se uma série de desafios, principalmente no que diz respeito ao entendimento do domínio de aplicação e a adaptação das tecnologias existentes. No caso do SUAP, por exemplo, apesar da ampla *expertise* no desenvolvimento de sistemas multiagentes, tinha-se somente uma vaga ideia do que poderia ser feito para melhorar a relação entre médicos e pacientes, devido às particularidades dos protocolos de acompanhamento pré-natal. Além disso, os especialistas do domínio também não tinham noção do que o sistema podia fazer a mais por eles, além de prover uma informatização do que era feito manualmente. Neste sentido, tecnicamente, também foi desafiador construir uma modelagem do domínio, bem como entender e representar os protocolos de acompanhamento. Também observou-se uma série de resultados interessantes a partir da aplicação das tecnologias SANA e OpenMRS na rotina hospitalar. Pode-se mencionar a partir das novas experiências alcançadas pelos estudantes de medicina do Hospital Universitário Gaffrê e Guinle: a necessidade de padronização dos prontuários encontrados no hospital; o número reduzido de opções pré-prontas de prontuários oferecidos pelo SANA; a dificuldade na criação de novos prontuários para atender os mais diversos cenários de atendimento; falta de uma ferramenta agregada ao OpenMRS para análise colaborativa dos prontuários publicados. Resultados positivos também foram alcançados na aplicação do *YouKnow* como ferramenta de aprendizado de clínica médica, uma vez que os alunos deixaram de lado o modelo tradicional de aprendizado e passaram a tirar suas próprias conclusões acerca do assunto abordado nas disciplinas através do incentivo à realização de pesquisas e divulgação colaborativa do conhecimento pesquisado.

O restante deste capítulo está organizado como se segue. A Seção 2 apresenta as principais aplicações de Engenharia de *Software* realizadas nos projetos de pesquisa em Telessaúde vinculadas ao LES. Também são apresentados,

nesta seção, os desafios que surgiram durante a execução dos projetos. A Seção 3 apresenta dois estudos de aplicação de tecnologias de *software* realizadas em parceria com estudantes de Medicina de duas universidades. Ao final também são apresentados os principais resultados e lições aprendidas. Finalmente, a Seção 4 conclui esse capítulo.

2. ENGENHARIA DE SOFTWARE EM TELESSAÚDE

2.1. Sistema Unificado de Assistência Pré-natal

A maioria das mortes relacionadas à gravidez ocorre em países recentemente industrializados (do inglês, *Newly Industrialized Countries* – NIC). A fim de se reduzir esse problema, foram identificadas deficiências na assistência pré-natal no sistema público de saúde do Brasil que poderiam ser assistidas por sistemas computacionais, em associação com ginecologistas e obstetras do Hospital Universitário Antônio Pedro (HUAP), Niterói/RJ. Essas deficiências estão principalmente relacionadas com protocolos que devem ser seguidos nas unidades primárias de saúde e com o processo de referenciamento que deve ser realizado quando uma gravidez de alto risco é identificada, além de outras funcionalidades que podem ser automatizadas com uma aplicação de *software*.

Sistemas multi-agentes (SMAs)⁵ podem ser usados para auxiliar profissionais de saúde altamente especializados com a informação correta, em tempo adequado e adaptada aos pacientes⁶. Nesse contexto, o projeto que teve como resultado o *Sistema Unificado de Assistência Pré-natal* (SUAP)⁷ foi realizado, provendo um SMA para dar suporte e monitorar a assistência pré-natal. O termo unificado é devido à unificação dos dados em uma base de dados central, que pode ser acessada de diferentes instituições de saúde. O projeto foi desenvolvido pelo LES da PUC-Rio em associação com ginecologistas e obstetras do HUAP. O SUAP utiliza a tecnologia de agentes para gerenciar registros de

saúde, agir como um sistema de suporte a decisões clínicas, e para lidar com a logística de casos de gravidez de alto risco. Ele oferece funcionalidades com um comportamento pró-ativo, o qual visa a solucionar questões relacionadas a recursos limitados disponíveis no sistema de saúde público em NICs.

As principais funcionalidades do SUAP incluem: (i) armazenamento e acesso eletrônico de registros de saúde de gestantes, de forma que essa informação possa ser usada em qualquer estágio dos protocolos da assistência pré-natal; (ii) identificação e monitoração do uso de protocolos de assistência pré-natal, agindo como um sistema especialista que atua por trás dos panos para auxiliar profissionais da Saúde. É importante ressaltar que, em alguns casos, um protocolo deve ser adaptado para ser mais efetivo. Em tais situações, o sistema de monitoramento pode ser usado para mostrar a efetividade de um protocolo para o profissional, de forma que ele possa pensar a respeito de mudanças; e (iii) suporte ao acesso contextualizado de serviços relacionados ao atendimento pré-natal. Gestantes de alto risco devem ser referenciadas às unidades secundárias de saúde. Este processo de referenciamento depende de diversas questões, tais como a localização da gestante, as condições clínicas da mãe e do feto, etc.

O SUAP é principalmente um sistema baseado na *web*. Entretanto, alguns aspectos do sistema requerem um comportamento autônomo e pró-ativo, tais como a indicação de situações do uso de protocolos e a monitoração dos mesmos. Assim, o SUAP é dividido em duas partes principais: (i) ele tem módulos que representam a aplicação *web*; e (ii) ele é integrado com um SMA. Essa integração leva a alguns desafios no desenvolvimento do sistema.

A fim de se resolver essa questão, o SUAP foi desenvolvido seguindo o padrão arquitetural *Web-MAS*⁸, que permite a construção de sistemas baseados

na *web* com comportamento autônomo provido por agentes de *software*. Esse padrão estende o padrão arquitetural em camadas, o qual é um padrão largamente adotado para estruturar aplicações *web*⁹. O padrão *Web-MAS* oferece uma integração com baixo impacto de agentes de *software* a arquiteturas de aplicação *web*. Além da aplicação *web*, o padrão *Web-MAS* tem três módulos: (i) *Monitor da Camada de Negócios*, que monitora a execução de serviços de negócio e os propaga para agentes do sistema — ele representa o ambiente do SMA; (ii) *Fachada da Camada de Agentes*, que é o ponto de acesso para a aplicação *web* interagir com o SMA; e (iii) *Camada de Agentes*, que é composta pelos agentes do sistema.

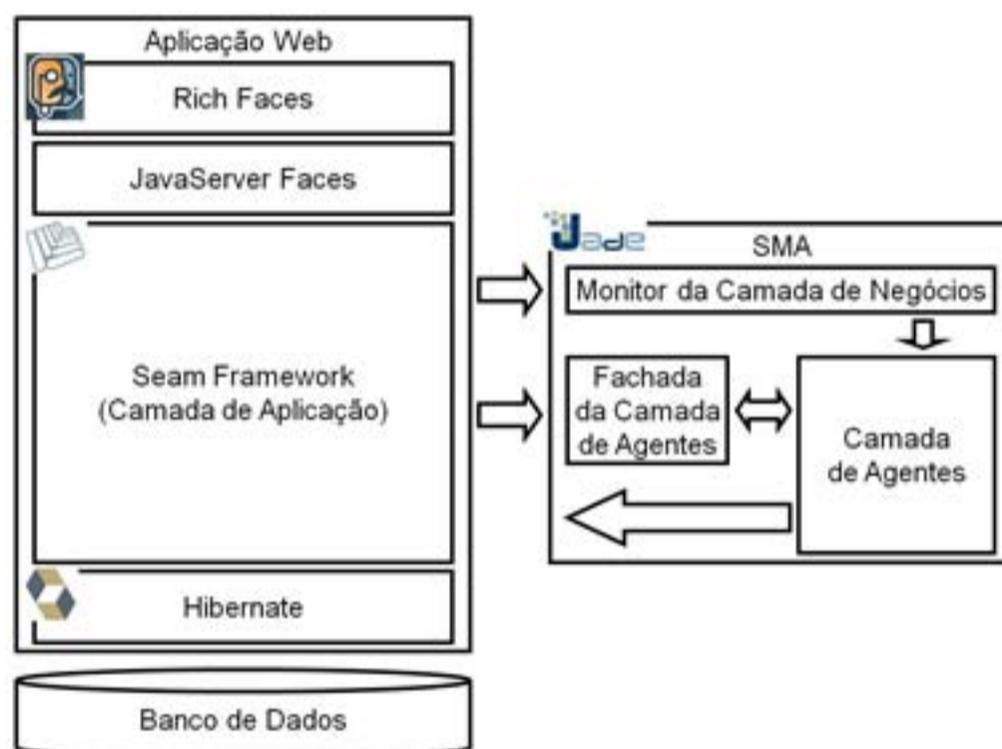


Figura 2. Arquitetura e Tecnologias do SUAP.

Durante o desenvolvimento do SUAP, foi utilizado um conjunto de tecnologias que provê uma infraestrutura apropriada para a aplicação. A Figura 2 ilustra a estrutura da arquitetura e tecnologias do SUAP. Foi usado o *Seam*¹, um *framework* para a construção de aplicações *web* ricas em Java, juntamente com o servidor de aplicações *JBoss*. Agentes de *software* foram desenvolvidos com o

¹ <http://seamframework.org>

framework JADE². A única camada que foi implementada de fato da aplicação *web* é a camada de aplicação, devido ao uso do *Seam*. Não foi necessário estruturar o sistema usando as tradicionais três camadas (apresentação, negócio e dados) porque o *Seam* fornece o encapsulamento e implementação das outras camadas. A Figura 3 mostra uma captura de tela do SUAP, que apresenta o passo de registro de um atendimento típico da gestação. Ele ilustra a situação na qual o peso não é adequado à atual idade gestacional. Portanto, pode ser visto na Figura 3 o alerta indicando essa inconformidade.

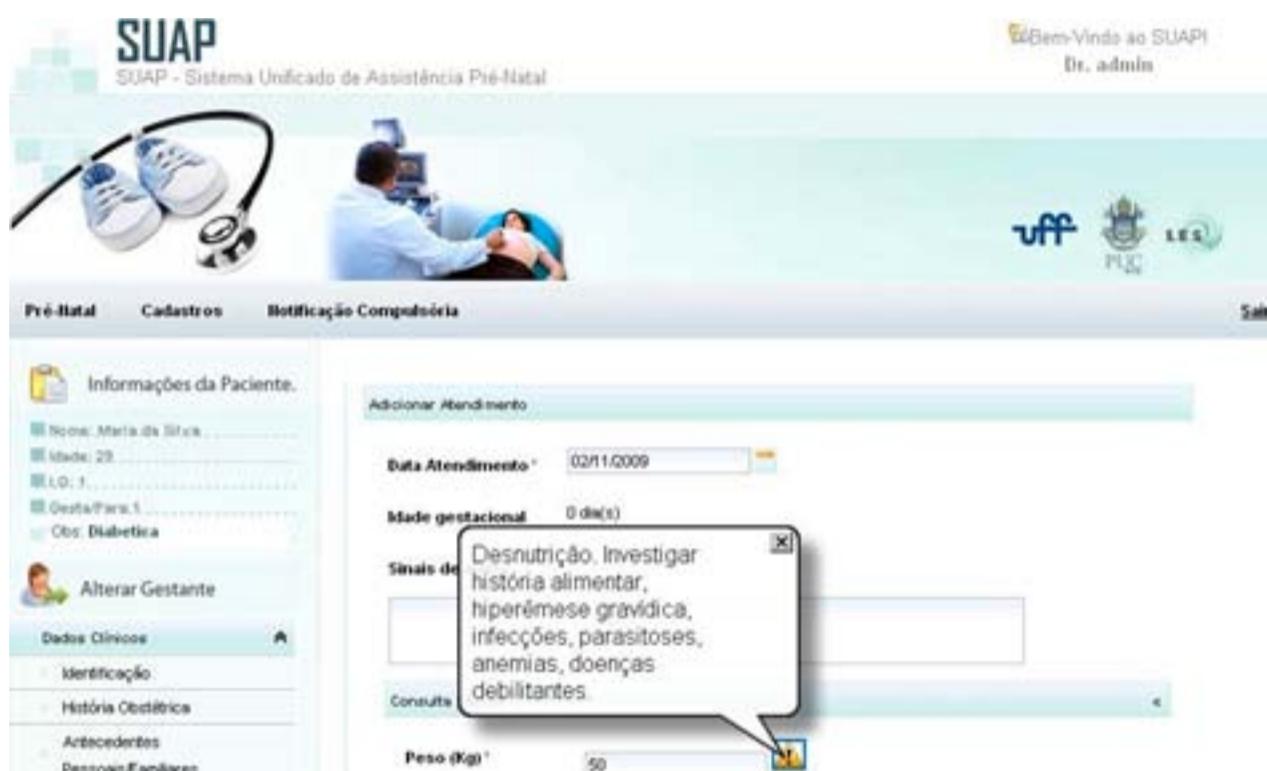


Figura 3. Alerta de baixo peso durante o atendimento.

2.1.1 Desafios do Domínio

No LES, sistemas baseados em agentes têm sido desenvolvidos nos últimos anos. Com tais sistemas, os principais objetivos envolvem a avaliação de certas abordagens da pesquisa orientada a agentes. O domínio destes estudos de caso é tipicamente o utilizado na literatura de SMA, tal como sistemas de gerenciamento de conferências e *e-commerce*. Além disso, funcionalidades tí-

² <http://jade.tilab.com>

picas de agentes destes sistemas, i.e., aquelas com comportamento pró-ativo e autônomo e/ou que requerem capacidade de raciocínio e aprendizado, são bem definidas.

A principal diferença entre estes estudos de caso e o SUAP é que não se tinha um conhecimento anterior sobre o domínio, e tinha-se uma vaga ideia do que poderia ser feito para melhorar a assistência pré-natal. Além disso, os especialistas do domínio também não sabiam do que precisavam — eles não sabiam o que o sistema poderia fazer para eles, além de prover uma informatização do que era feito manualmente. Acredita-se que esta situação ocorreu porque os *stakeholders* não eram familiarizados com sistemas que automatizam tarefas e capazes de raciocinar sobre dados. Portanto, um primeiro grande desafio enfrentado foi *descobrir como se pode melhorar a assistência pré-natal, i.e., que tarefas podem ser automatizadas e delegadas para o sistema.*

Outro problema enfrentado foi a identificação do escopo da automatização de tarefas. Ter agentes agindo em nome de usuários pode trazer a falsa ideia de que *automatizar tudo o que é possível é bom*. Concluiu-se que *isso não é verdade*, baseando-se em discussões com *stakeholders*. Durante a elicitação dos requisitos do SUAP, profissionais da medicina mostraram um alto interesse na maioria das sugestões feitas, e inferiu-se que eles também queriam um sistema que usasse raciocínio baseado em casos para sugerir diagnósticos. Esta funcionalidade é muito comum em sistemas especialistas do domínio da saúde. Contudo, profissionais da Medicina não quiseram esta funcionalidade no SUAP. Quando se lida com o sistema público de saúde, profissionais da Medicina devem seguir estritamente os protocolos e o sistema deve identificar quando um protocolo deve ser aplicado e indicar qual ação deve ser realizada. Nenhum protocolo pode ser alterado automaticamente pelo sistema, mesmo que ele não esteja sendo efetivo.

Estas duas questões estão relacionadas com a eliciação dos requisitos focando na identificação de funcionalidades que automatizam a assistência pré-natal, ou requerem técnicas de raciocínio e aprendizado. Além disso, foi desafiante encontrar uma *solução de como este comportamento autônomo, i.e., agentes, deve interagir com usuários*. No SUAP, agentes devem expressar notificações sobre protocolos, medicamentos, exames e outros, mas ao mesmo tempo não podem ser inconvenientes. Alguns profissionais da Saúde são especialistas e, portanto, não precisam de um sistema que lhes dê notificações. No SUAP todas as notificações são dadas através de um alerta na tela (veja Figura 3), com uma mensagem correspondente que é mostrada apenas se o usuário aponta para o ícone deste alerta.

2.1.2 Desafios Técnicos

Do ponto de vista de Engenharia, o principal desafio enfrentado é a modelagem do domínio, bem como entender e representar protocolos (engenharia do conhecimento). A informação que se tinha a respeito de ações a serem realizadas para cada aspecto de preocupação (peso, altura uterina, etc.) e o contexto da sua aplicação era muito específica, e foi difícil encontrar conceitos genéricos para serem utilizados na representação dos protocolos. O objetivo era modelar os protocolos de forma genérica a fim de reduzir o impacto da criação e atualização dos protocolos.

Como foi adotado um processo de desenvolvimento incremental¹⁰, uma boa modularização da arquitetura e dos seus módulos é essencial para permitir uma evolução e manutenibilidade do sistema. Isso foi particularmente desafiante porque a maioria das aplicações SMA, mesmo aquelas baseadas em *frameworks* bem conhecidos, não se preocupam com princípios de estabilidade e manutenibilidade durante a concepção e implementação de arquiteturas SMA¹¹. Portanto, o objetivo

não é só se beneficiar das abstrações SMA para modelar comportamento autônomo e pró-ativo, mas também levar em consideração princípios da Engenharia de *Software* para permitir o desenvolvimento de arquiteturas SMA estáveis e manuteníveis, logo facilitando a evolução do sistema.

Com relação à implementação do SUAP, a principal questão foi a escolha da plataforma de agentes. Primeiramente, foi considerado o uso de uma plataforma *belief-desire-intention* (BDI)¹² para prover um mecanismo de raciocínio para os agentes. Contudo, após a identificação dos requisitos, percebeu-se que os agentes forneciam um comportamento pró-ativo baseados em um conjunto fixo de regras, e *a arquitetura BDI não trouxe nenhuma vantagem a eles*. Também, havia uma preocupação com o prévio conhecimento dos programadores. Mesmo que eles tivessem grande experiência com tecnologias orientadas a objetos, não tinham conhecimento anterior sobre SMA e suas plataformas de implementação. Como consequência, *a adoção de plataformas complexas que fornecem novas abstrações iria aumentar significativamente os custos de treinamento*.

Outra principal restrição considerada na escolha da plataforma de agentes é *a integração com tecnologias orientadas a objetos*. Muitos *frameworks* orientados a objetos de sucesso têm sido criados para o desenvolvimento de aplicações *web*, o que reduz o tempo de desenvolvimento significativamente. No caso do SUAP, o *Seam* e o JADE foram utilizados; entretanto, a sua integração não foi trivial. Uma das funcionalidades providas pelo *Seam* é a persistência, o que tem que ser usado pelos agentes. A fim de se obter acesso ao banco de dados através do *Seam*, agentes têm que ser componentes *Seam* e serem instanciados sob o *container* dele. Mas, os agentes JADE não funcionavam como componentes *Seam*, e acredita-se que isso ocorria devido ao controle de *threads*. Não foram feitas investigações a respeito disso, já que uma solução alternativa foi adotada: criou-se um componente *Seam* como uma instância única usada como um localizador de componentes que podem acessar a base de dados para agentes.

2.2. Explorando Dados Públicos Disponíveis na Internet para Estudar Saúde

A internet é uma poderosa ferramenta de comunicação. Sendo uma mídia digital, tem peculiaridades interessantes como, por exemplo, a possibilidade de facilmente persistir às interações dos usuários acessando sites na *web*, mensagens em *sites* de redes sociais e discussões sobre comunidades *online*. Há um grande debate sobre questões de privacidade e padrões éticos em relação ao rastreamento do comportamento de usuários na internet e o uso desses dados^{13,14,15}, mas há também boas fontes de dados disponíveis publicamente na internet e que podem ser usadas, por exemplo, para pesquisa acadêmica¹⁵. Em uma recente proposta¹⁶, apresenta-se uma abordagem prática sobre como usar esses dados sociais valiosos para a realização de estudos sociais, a fim de aumentar a compreensão das questões importantes sobre Saúde.

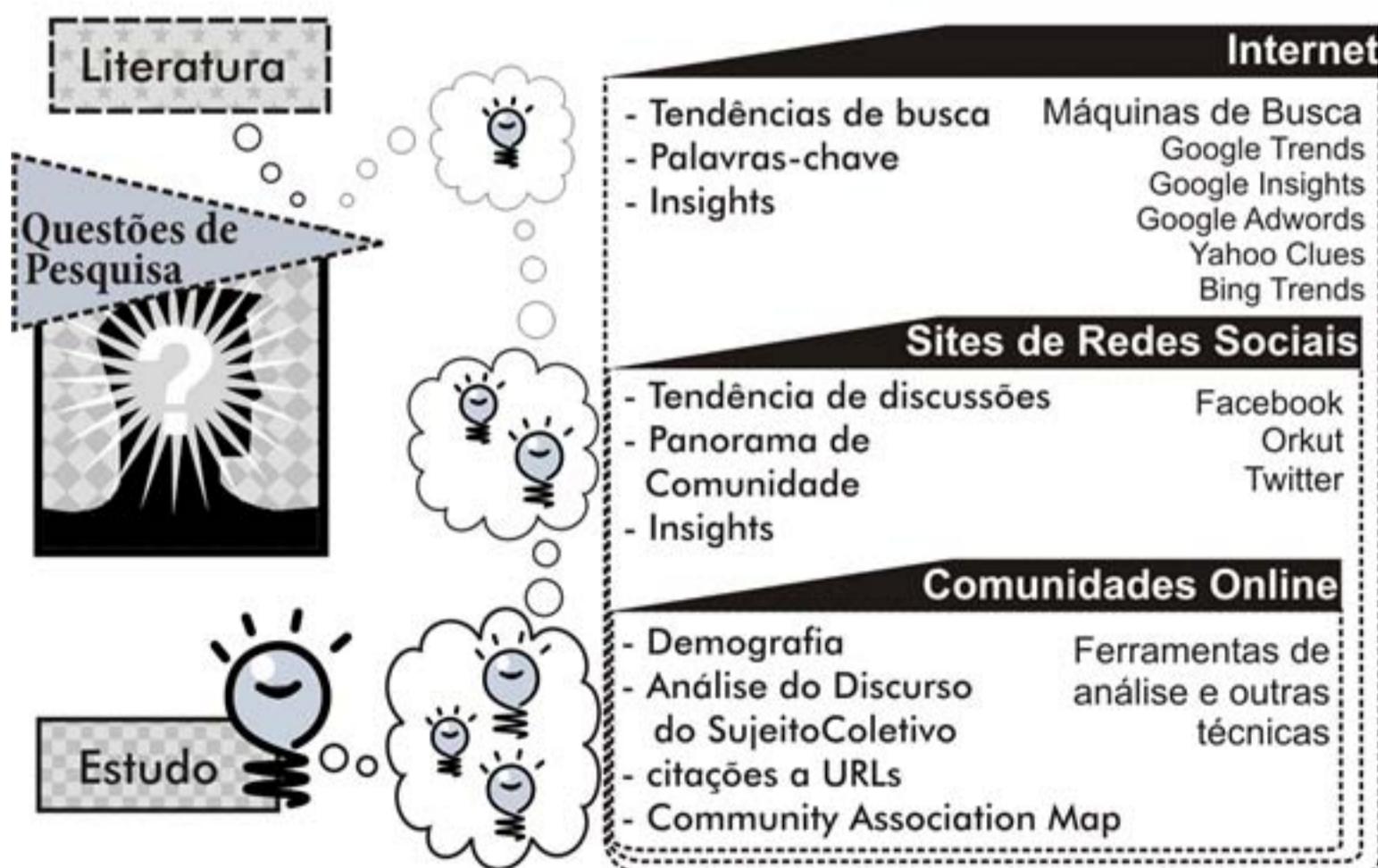


Figura 4. Abordagem proposta para a realização de estudos sobre saúde baseado em dados públicos disponíveis na Internet.

Esta abordagem foi projetada em três estágios para orientar os pesquisadores na realização dos estudos, começando com uma análise ampla de conteúdo, que visa toda a *web*, e vai em busca de uma comunidade *online* em *sites* de redes sociais, até encontrar uma comunidade em que a análise de seus conteúdos (discussões, por exemplo) parece promissora para responder às questões de pesquisa do estudo. A abordagem pode ser vista como um guia para a realização destes estudos através da utilização sistemática de dados gratuitos disponíveis na *web*. Este guia é apoiado por ferramentas computacionais. A Figura 4 apresenta uma visão geral da abordagem utilizada na realização dos estudos.

A abordagem proposta começa quando uma pessoa, que possui alguma condição médica, vai para os motores de busca (e.g. *Google*). É um hábito crescente entre as pessoas pesquisar na *web* sobre os sintomas e medicações, mesmo antes de procurar um médico. Observar como os usuários buscam informações na *web* pode fornecer dados esclarecedores sobre o comportamento da população em geral¹⁵. Assim, a ideia da abordagem é aproveitar esses sistemas e ferramentas que procuram tendências gerais nas buscas, palavras-chave e *insights*, geralmente oferecidas pelas empresas donas dos motores de busca.

A segunda etapa da abordagem vai para o universo das comunidades *online* em *sites* de redes sociais, olhando para as discussões em torno dos temas de interesse e visando a identificar um panorama. Um lugar importante para os usuários de internet são as comunidades *online*¹⁷, pois é onde as pessoas podem encontrar seus pares que compartilham interesses em comum, trocar informações e buscar apoio. Um fenômeno mais recente é o uso crescente de *sites* de redes sociais²¹, que também apoiam a criação de comunidades *online*. A ideia da abordagem é usar os *sites* de redes sociais para buscar conteúdo relacionado com o estudo, e a identificação de um panorama de comunidades *online*.

A última etapa da abordagem vai fundo na análise de uma comunidade

online, buscando explicar a realidade da comunidade relacionada às questões de pesquisa. Busca-se um estudo exaustivo da discussão apresentada no fórum da comunidade. A análise emprega técnicas de ciências sociais e computacionais. Uma técnica importante que pode ser usada para descrever a população é o Discurso do Sujeito Coletivo¹⁸, pois é uma técnica qualitativa com raízes na Teoria das Representações Sociais. Dados dos membros adicionais disponíveis no *site* de redes sociais também podem ser automaticamente analisados, gerando grandes agregados de dados como resultados.

Esta abordagem reúne assim disciplinas diferentes, como é necessário para realizar tais estudos, alinhada a uma nova área de pesquisa que vem sendo chamada de ciência social computacional¹⁹, mas com aplicação direta em questões importante de Saúde. Para ilustrar o trabalho desenvolvido em termos de Engenharia de *Software*, apresenta-se primeiramente um resumo do estudo realizado em parceria com o Instituto de Responsabilidade Social Sírion-Libanês e logo em seguida são apresentadas duas ferramentas desenvolvidas para dar suporte à realização desses estudos, conforme a abordagem descrita anteriormente.

2.2.1. Estudo sobre o Início e o Fim do Uso de Drogas: o Caso do Crack no Brasil

Como uma aplicação da abordagem proposta, apresentam-se alguns resultados de um estudo sobre as motivações para o uso de drogas (início e fim), em particular o crack no Brasil. As perguntas iniciais da pesquisa foram: 1) por que as pessoas começam a usar drogas, 2) por que continuam usando e 3) por que deixam de usar. Todos os três estágios da abordagem proposta para o estudo foram realizados fornecendo informações para descrever um panorama sobre drogas na internet, especialmente sobre a audiência da internet brasileira, e

revelando a realidade de uma comunidade de suporte dos usuários de crack. Como resultado da análise de conteúdo da comunidade, o relatório compila respostas para as perguntas a seguir: 1) quais são os fatores que levam ao uso de crack; 2) quais são os pontos de giro para iniciar um tratamento, 3) que são fatores de manutenção da abstinência; 4) o que favorece o reinício do uso de drogas; 5) quais são as críticas sobre o tratamento de saúde oficial; e 6) que tipo de ajuda os co-dependentes estão procurando.

Seguindo a recomendação da primeira etapa, o *Google Insights for Search* foi usado para obter uma visão geral das tendências de pesquisa sobre o termo *crack* no Brasil. Por causa da ambiguidade do termo *crack*, que também é utilizado por usuários que procuram por *software* ilegal e licenças na internet, o serviço de configuração foi criado para recuperar apenas pesquisas relacionadas à saúde da categoria. A Figura 5 mostra o resultado dessa consulta. A maioria das pesquisas estão relacionadas ao *crack* termo geral, algumas pesquisas são sobre a reação à droga (“efeitos de *crack*”), e, como esta figura aponta, as pessoas estão procurando informações sobre o tratamento na internet (“tratamento de *crack*”) também.

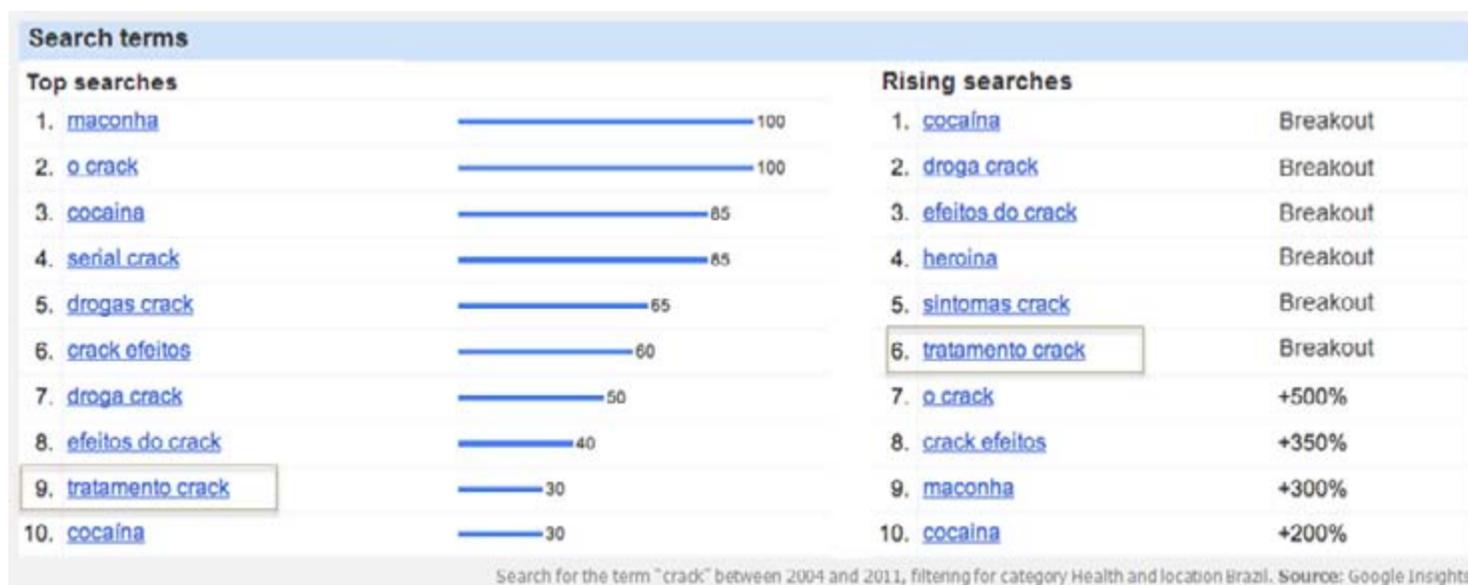


Figura 5. Insights Google para resultados de pesquisa

Uma vez que a principal fonte de mídia social no Brasil é o *Orkut* da *Google*,

este site de rede social foi usado como plataforma para a investigação em dois estágios. A pesquisa para o termo *crack* no sistema do *Orkut*, considerando-se filtros para localização (Brasil) e língua (Português), resultou em 995 ocorrências em Setembro de 2011. O próximo passo foi selecionar as comunidades que possuem discursos contextualizados sobre a experiência das pessoas relacionadas ao uso de drogas. A partir de uma categorização das 995 comunidades foi possível identificar 278 (28%) comunidades de acordo com o objetivo da seleção, 360 (36%) comunidades que pareciam não estar relacionadas com o objetivo de seleção, e 357 (36%) comunidades que não usaram o termo *crack* relacionado à droga (por exemplo, programas e quebra de senha). Reduzindo o conjunto de dados, as 278 comunidades identificadas foram filtradas para 13 comunidades, a partir da consideração de características da comunidade *online* como: 1) ter mais de 300 membros, 2) ter mais de 6 meses de existência; 3) ter atividade recente e 4) ter conteúdo público disponível. O último passo desta etapa foi escolher uma comunidade para ser analisada. A comunidade “*Crack, Nem Pensar – AJUDA*”³ foi escolhida para a análise em profundidade, porque, a partir das 13 comunidades remanescentes, ela é a mais antiga e tem mais membros do que as outras (11.102 membros). Em uma rápida avaliação de seu conteúdo, a comunidade apresentou uma intensa conversa entre os seus membros, o que na medida mostrou depois uma média de 3,3 mensagens por dia desde sua criação em 16 de julho de 2004.

A análise da comunidade foi focada em membros participantes que se envolveram em conversas no fórum da comunidade. Vale a pena fazer essa distinção, pois todos os membros têm o potencial para acompanhar as discussões, mas a maioria deles prefere não participar (i.e. *lurkers*), mas esta análise baseia-se no conteúdo dos participantes que postaram mensagens no fórum. A partir dos dados disponíveis dos participantes, foi possível aferir que 57% eram homens e 43% mulheres. A localização recuperada dos participantes foi

3 <http://www.orkut.com/#Community cmm=175318>

consolidada no mapa disponível *online*⁴. Na época da realização do estudo, setembro de 2011, o fórum da comunidade tinha 434 participantes, 384 tópicos e 8.655 mensagens, totalizando 76.646 palavras, ou 4.515.087 caracteres. Só a título de comparação, vale comparar com a Bíblia de Gutenberg B-42 que tem cerca de 3 milhões de caracteres. Considerando o grande volume de dados e os esforços necessários para a análise de conteúdo, um recorte dos dados foi realizado para focar a investigação em uma análise de conteúdo adequado aos objetivos do estudo, através da técnica de *Análise do Discurso do Sujeito Coletivo*. A partir do conjunto de dados original, 39 (10%) tópicos foram escolhidos, com 129 (30%) participantes e 925 (11%) mensagens, totalizando 107.488 (14%) palavras, ou 602.332 (13 %) caracteres.

A análise identificou que a comunidade de fala de dependentes e co-dependentes (dependentes da família e amigos) se misturam e se completam, pois ambos requerem cuidados e atenção. A realidade dessas pessoas é sintetizada através da transcrição do discurso como respostas para as perguntas de pesquisa. A seguir são apresentadas duas ferramentas desenvolvidas para dar suporte à realização deste estudo.

2.2.2 Criação de Mapas de Associação de Comunidades

A fim de auxiliar no estudo da participação do usuário dentro das comunidades, foi proposto um processo para análise baseada no relacionamento entre comunidades a partir das associações dos usuários da comunidade objeto de estudo (Carvalho, 2012). A adesão de um usuário a uma comunidade pode ser vista como o interesse do usuário no tópico da comunidade. O processo baseia-se em um modelo de comunidades relacionadas com base no interesse

⁴ <http://batchgeo.com/map/536db2e5aacoof746005efc6334542c4>

dos usuários. Um gráfico traçado revela afinidades mais fortes, em peso, das linhas de ligação entre as comunidades. Esses gráficos auxiliam os especialistas a descobrir as tendências que irão aprofundar o seu conhecimento em determinadas questões sociais. Além disso, os especialistas podem aplicar filtros sobre os dados previstos para escolher quais os usuários e as comunidades interessantes para a análise. A aplicação do processo é limitada às situações em que os usuários sejam também membros de outras comunidades.

O processo tem três etapas: coleta de dados do modelo, medição e visualização. A Figura 6 apresenta uma visão geral do processo. O primeiro passo, a coleta de dados, obtém os dados de mídias sociais em *sites* de comunidades *online*. Em seguida, é construído um modelo que estabelece o relacionamento entre as comunidades a partir das associações dos usuários com essas comunidades. Os dados coletados são processados e organizados em um formato apropriado para traçar a visualização de dados na última etapa. A etapa de visualização é responsável por exibir dados de uma forma mais atraente, facilitando o trabalho dos peritos.

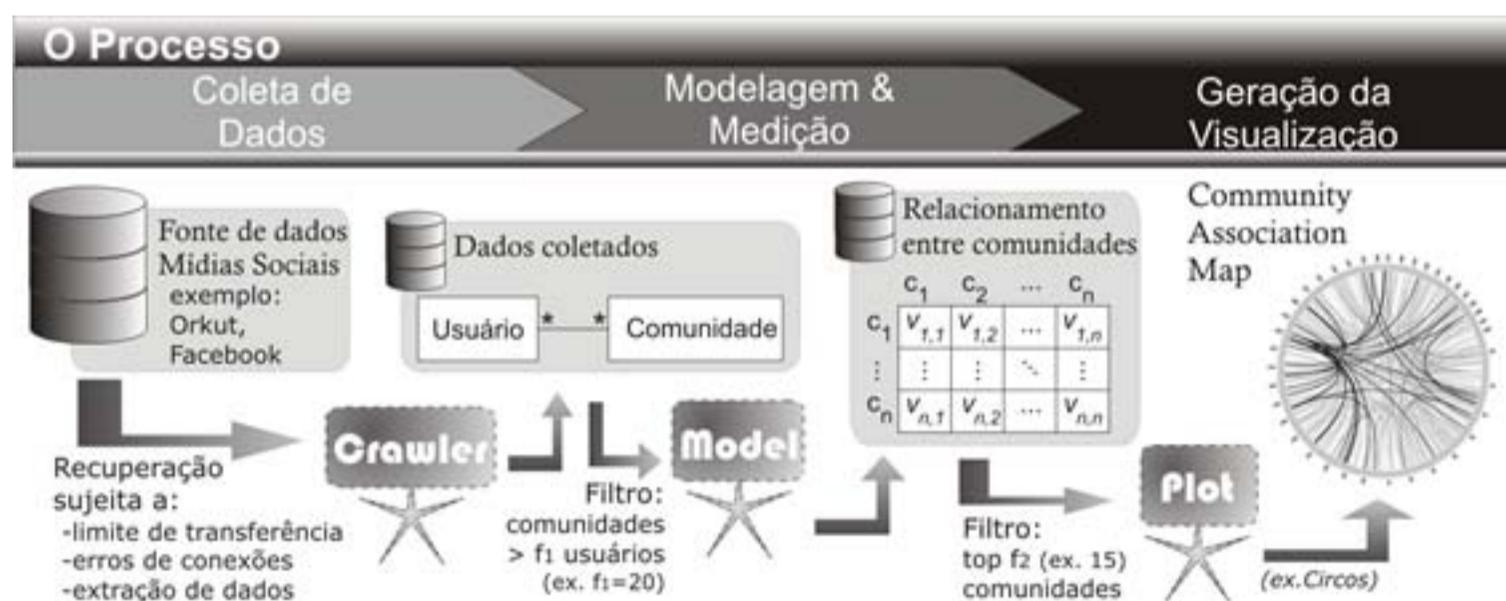


Figura 6. Uma visão geral do processo para a geração do Mapa de Relacionamento de Comunidades.

2.2.3 Seleção de Conteúdo a partir de Fóruns de Comunidades Online

A abundância de conteúdo público disponível na internet, especialmente nas comunidades *online*, permite novos métodos de estudos sociais. Visto que a realização de análise qualitativa de conteúdo demanda muito tempo, o seguinte problema aparece: como selecionar o conteúdo a ser analisado? Neste contexto, apresenta-se um novo processo para auxiliar na resolução deste problema¹⁶. Esse processo é baseado em técnicas de aprendizado de máquina não supervisionado e proporciona resultados consolidados e estruturados, incluindo métricas e um método para exploração de conteúdo. Uma ferramenta que ajuda na utilização do processo proposto foi criada e também é apresentada.

O problema da seleção de conteúdo pode ser resumido como a tarefa de encontrar, em fóruns de discussão da comunidade *online*, conteúdo que parece promissor para responder a perguntas de pesquisa de estudo. Este problema tem dois objetivos distintos, sendo o primeiro *maximizar o número de participantes* de discussão (i.e. usuários) e o segundo *minimizar o número de tópicos* a serem analisados (i.e. quantidade de conteúdo). É importante dizer que a análise do conteúdo deve ser realizada considerando o contexto do estudo, pois a análise de uma mensagem (i.e. *post*) interessante exige a compreensão de toda a discussão, tal como apresentado em outras mensagens do tópico. Portanto, a solução do problema de seleção de conteúdo para análise é um conjunto de tópicos selecionados a partir do fórum de uma comunidade *online*.

Para resolver este problema, propõe-se um processo, como introduzido anteriormente, baseado em técnicas de aprendizado não supervisionado de máquina, que apresenta resultados processados e estruturados, incluindo medições e um método de exploração de conteúdo para apoiar os usuários finais

(i.e., pesquisadores sociais) na tarefa de seleção de conteúdo para análise. Uma ferramenta baseada nesse processo foi construída para apoiar os pesquisadores na solução deste problema. A Figura 7 apresenta uma captura da tela do protótipo desenvolvido.

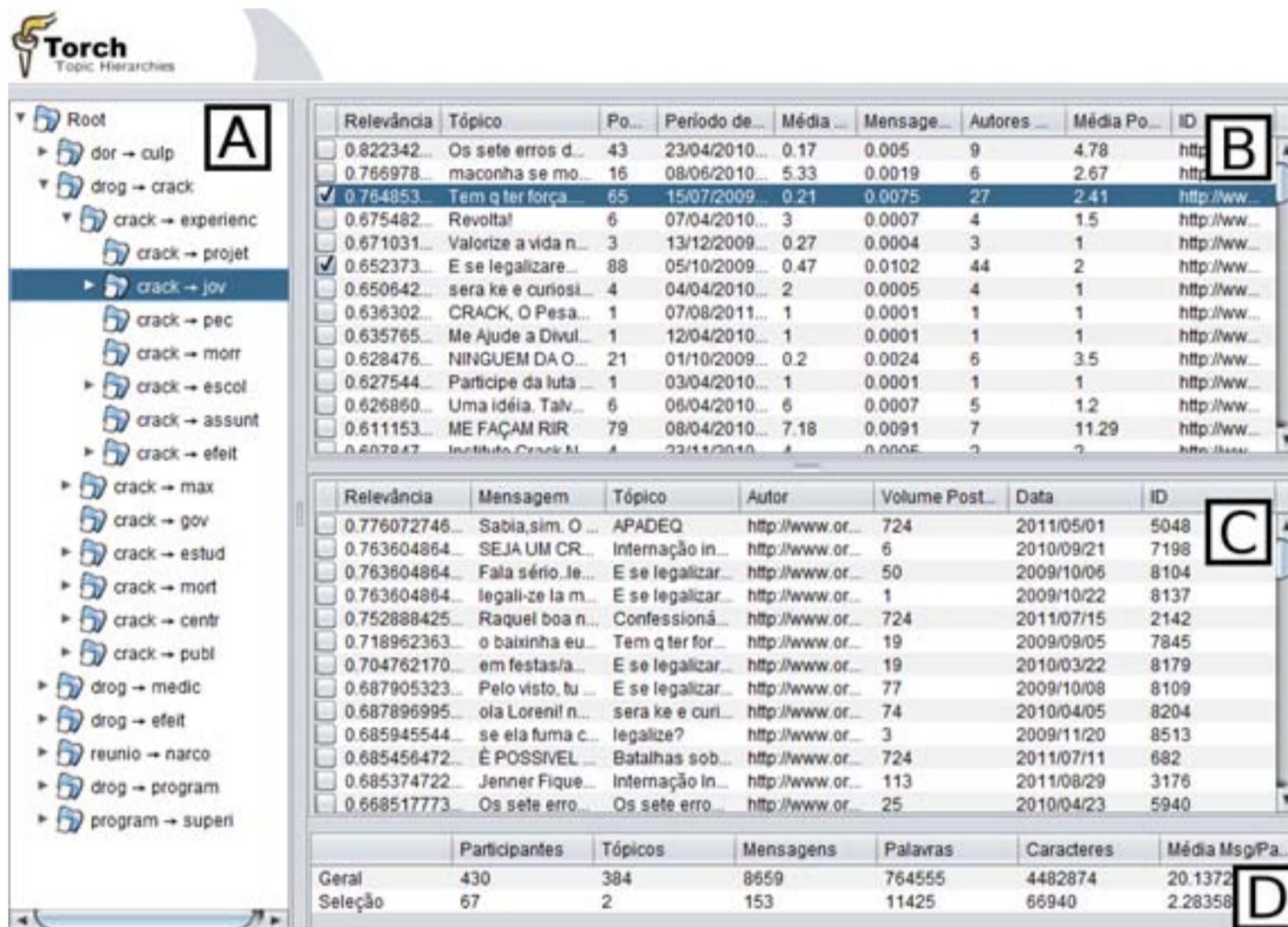


Figura 7. Captura de tela da ferramenta desenvolvida para apoiar a seleção de conteúdo de comunidades online.

A ferramenta de *software* desenvolvida para apoiar a seleção de conteúdo de comunidades *online* é uma extensão da Tocha-Hierarquias Tópico²⁰. Esta ferramenta fornece técnicas para pré-processamento de texto e algoritmos de *clustering* hierárquico. Além disso, foi desenvolvido um módulo para mensagens e recomendações temas e uma interface visual para explorar os resultados de agrupamento de tópicos e mensagens.

As mensagens e tópicos recolhidos das comunidades de fóruns *online* têm vários atributos. Usou-se um conjunto de atributos habitual em muitas redes

sociais para permitir uma aplicação mais ampla da ferramenta. Os atributos considerados para cada *post* foram: a mensagem de texto, a data de publicação e o autor. Cada *post* pertence a um determinado tópico do fórum da comunidade *online* e um fórum tem muitos tópicos. Assim, os atributos considerados para a representação dos temas foram o título do tópico, o período de existência (definida pela data de publicação do primeiro e do último *post*) e o número de participantes do tópico.

Após a coleta de um conjunto de mensagens e tópicos, a ferramenta executa o pré-processamento dos dados textuais. O primeiro passo é a remoção *stopwords* onde pronomes, artigos e preposições são descartados. Em seguida, os termos são simplificados usando o algoritmo de *Porter Stemming* [Stemming 1, Stemming 2]. Assim, as variações morfológicas de um termo são reduzidas à sua radical. Finalmente, uma técnica de seleção de recursos com base na frequência documento obtém um subconjunto reduzido e representante dos termos.

A rede de coocorrência obtida a partir de textos pré-processados é a primeira estrutura à disposição dos usuários para explorar o conteúdo textual das comunidades *online*. A ferramenta permite que os usuários possam analisar as relações significativas entre termos através de uma interface interativa. É digno de nota dizer que as relações importantes encontradas sobre o conteúdo dos fóruns são destacadas pela rede, por exemplo, o “*crack* → Escol” (“*crack* e escolas”) e “*drog* → *jov*” (“jovens e drogas”). Além disso, os usuários podem remover relações que não são de interesse para eles.

A Figura 7 mostra a interface principal da ferramenta criada para apoiar a resolução do problema de seleção de conteúdo. A rede de coocorrência de termos foi resumida com agrupamento hierárquico. Assim, os vários temas

discutidos nos fóruns são apresentados ao usuário de forma sucinta através de temas (Figura 7 A). Quando os usuários selecionam um tema, os tópicos mais relevantes (Figura 7 B) e mensagens (Figura 7 C) são apresentados de acordo com uma estratégia de classificação [16]. O usuário pode selecionar conteúdo através de caixas de seleção no lado direito do nome do tópico ou *post*. A seleção de um *post* na parte inferior (Figura 7 C) inclui automaticamente todos os *posts* de seu tópico, porque a compreensão da discussão exige que todas as mensagens do tópico sejam exibidas.

A progressão da resolução do problema de seleção de conteúdo é descrito por um conjunto de medidas (Figura 7 D) que descreve o número de participantes, que devem ser aproveitados ao máximo, o volume de conteúdo (tópicos, postagens, palavras, caracteres), que deve ser minimizado, e uma relação de ambas as medidas (média de mensagens por participante). A primeira linha mostra a medição considerando todo o conteúdo do fórum e a segunda tem a medição da seleção. Cabe aos usuários decidir quando a solução corrente (i.e., seleção) é satisfatória, e estas medidas ajudam-nos a tomar essa decisão.

O problema de seleção de conteúdos é um problema difícil para os cientistas sociais que buscam novas empreitadas na realização de pesquisas com base no vasto conteúdo disponível na internet. Ele possui dois objetivos distintos e antagônicos, sendo um maximizar o número de participantes selecionados e, o outro, minimizar o volume de conteúdo a ser analisado. A solução do problema também é direcionada pelos interesses de pesquisa, que não são mensuráveis. Sem a ferramenta, os pesquisadores contam apenas com as métricas gerais sobre o conteúdo dos tópicos e devem considerar todo o conteúdo do fórum de uma vez para realizar a redução do conteúdo. O processo proposto tem como objetivo apoiar os pesquisadores para resolver este problema de forma mais esperta, explorando as melhores técnicas de aprendizado de máquina dispo-

níveis até o momento. Embora a mineração de conteúdo e descrição através de métricas e modelos ajudem a resolver o problema, a meta subjetiva do que é de interesse a ser analisado ainda é um fardo para os pesquisadores.

A realização de pesquisa multidisciplinar possui um complicador em sua essência, pois necessita alinhar diferentes métodos de pesquisas, peculiares a cada área de ciência envolvida no processo, e na criação de novas tecnologias para viabilizar o alcance dos objetivos gerais que são propostos para essa pesquisa. A análise de mídias sociais para estudo de populações é uma atividade inerente de pesquisa em ciências humanas, em que, no contexto do trabalho desenvolvido, busca-se dar aplicação prática na área da saúde. Esta análise baseou-se em extenso uso tecnologias da informação e comunicação, principalmente através de dados e aplicações disponíveis na internet. A ciência da computação foi fundamental nesta pesquisa, pois foi através de seus métodos que se criaram ferramentas de suporte na realização das pesquisas, que encontram uma razão prática de realização em aplicações na Ciência da Saúde. Os desafios em Ciência da Computação são maiores no sentido de se buscar compreensão das reais necessidades dos pesquisadores que precisam de novas tecnologias para viabilizar suas pesquisas; isso requer uma imersão em outras áreas da ciência, e tem como objetivo o desenvolvimento de melhores modelos computacionais e ferramentas de suporte. Através da aplicação de Ciência da Computação neste novo cenário, busca-se a criação do novo instrumental de pesquisa, em que mídias sociais digitais são o insumo de pesquisa de cientistas sociais que buscam o entendimento de questões de pesquisa em Ciências da Saúde. Portanto, alinhar as expectativas e objetivos de pesquisa foi o grande desafio e resultou no desenvolvimento de técnicas, métodos e ferramentas para a realização de estudos nesse sentido, bem como na análise de questões relevantes para problemas importante de saúde pública.

3. EXPERIÊNCIAS COM TECNOLOGIAS DE SOFTWARE EM TELESSAÚDE

3.1. SANA Mobile — OpenMRS Aplicados a uma Rotina Hospitalar

3.1.1. Visão Geral

A rotina hospitalar é uma atividade rica e dinâmica e a todo momento surgem novos desafios. Cada paciente é singular e merece ter toda atenção e cuidado do médico. Para uma melhor qualidade do serviço de atendimento, as informações dos pacientes, como seus dados pessoais e sua história clínica devem estar registrados de forma clara e objetiva desde o primeiro atendimento, para melhorar a comunicação médica e a relação médico-paciente. Dessa forma, o prontuário do paciente, contendo a motivação da internação, evolução clínica, exames complementares, prescrição de medicamentos e outras possíveis informações relevantes são de extrema importância para a conduta médica. Neste contexto surge a necessidade de tecnologias da informação que auxiliem a comunicação e disseminação destas informações clínicas sobre os pacientes. O *SANA Mobile* consiste em um sistema de prontuário eletrônico inicialmente desenvolvido pelo MIT, voltado para plataforma móveis (i.e., *Android*, *iOS*, *Windows Mobile*). A motivação primordial que levou ao surgimento do projeto *SANA Mobile* é revolucionar a distribuição de serviços de *healthcare* em áreas remotas e de difícil acesso de forma clara e objetiva.

*SANA*² é uma ferramenta que tem por objetivo permitir a transmissão de arquivos médicos através de um dispositivo móvel. *SANA* suporta a transmissão desde arquivos de texto contendo informações clínicas de um paciente até arquivos de áudio e vídeo. Arquivos médicos podem ser transmitidos para um servidor de armazenamento central (i.e., baseado no *OpenMRS*³ ou diretamente para um especialista. *SANA* se integra facilmente com a plataforma *OpenMRS*, que tem por objetivo facilitar a construção personalizada de sis-

temas de armazenamento de informações médicas. Com o uso do *OpenMRS*, informações sobre medicamentos, prontuários, diagnósticos, procedimento, dentre outras questões gerais, ficam armazenadas e disponíveis de forma centralizada, podendo ser consultadas colaborativamente por diversos especialistas.

Qualquer procedimento médico é compreendido pelo SANA como um fluxo de trabalho dividido em um ou mais passos. Cada passo, caracterizado na ferramenta como um formulário, é composto de questões e solicitações. Por exemplo, em um dado passo pode-se solicitar ao usuário a coleta de uma imagem do paciente, a entrada de alguma informação relevante ou até mesmo a gravação de um vídeo. Com a coleta realizada, SANA envia as informações disponíveis para um servidor central para análise médica. Uma análise resulta em notificações contendo diagnósticos e recomendações de tratamento.

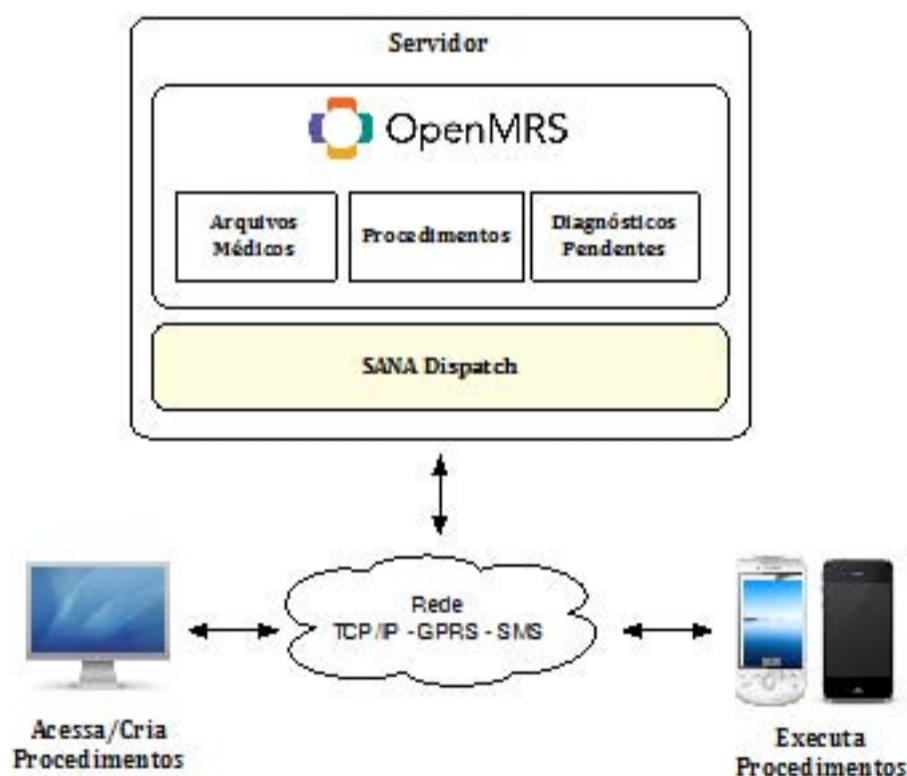


Figura 8. Arquitetura de comunicação SANA — Mobile e OpenMRS.

Uma infraestrutura completa, composta pela combinação do SANA com o *OpenMRS*, consiste de pelo menos um dispositivo móvel e um servidor. A Fi-

gura 8 ilustra a arquitetura de prontuários eletrônicos com SANA e *OpenMRS*. No lado do servidor temos tanto o sistema de armazenamento médico (i.e., *OpenMRS*) quanto o sistema SANA de transferência de arquivos (*SANA Dispatch Server* — MDS)². O MDS é responsável por suportar a comunicação dos sistemas SANA instalados nos dispositivos móveis com o sistema de armazenamento de informações médicas. A presença do MDS como uma camada na arquitetura permite a integração do SANA com diversos sistemas de armazenamento, não somente com o *OpenMRS*. Com MDS a transferência de arquivos também fica agnóstica do sistema operacional instalado no dispositivo móvel, isto é, a arquitetura pode ser composta por dispositivos rodando *iOS*, *Android*, *Windows Mobile*, dentre outros.

3.1.2 Resultados

Com objetivo de compreender a metodologia e usabilidade na coleta de dados com o *SANA Mobile* combinado à plataforma *OpenMRS*, foi realizado um estudo em parceria com estudantes do Núcleo de Telemedicina da UNIRIO — Hospital Universitário Gaffrêe e Guinle. Como resultado final, buscou-se formular um embasamento teórico para a execução e complementação de novos modelos de prontuários no SANA. O estudo também buscou identificar os principais desafios na visualização dos prontuários criados com SANA em um sistema de armazenamento criado com o *OpenMRS*.

O *software* do SANA contém diversos modelos de prontuários abrangendo diferentes temas como, câncer oral e cervical, assistência ao paciente com tuberculose e HIV, fichas de *screening* oftalmológico e dermatológico, além de exames de imagem e pré-natal. Cada modelo de prontuário segue um fluxo de registro de informações próprio, solicitando, por exemplo, queixa principal, início da enfermidade, sinais e sintomas pertinentes àquela doença, história

pregressa do paciente, história familiar, co-morbidades, solicitação e resultados de exames laboratoriais, uso de medicamentos e diagnóstico. Para realização do estudo, inicialmente foi escolhido um modelo simples de prontuário no qual se deve cadastrar nome e sobrenome do paciente, seu número de matrícula na unidade de saúde e sua data de nascimento. Associado a este modelo, foram definidas algumas regras exigindo a informação de todos os dados e uma foto do paciente. Uma vez concluído o preenchimento do prontuário com os pré-requisitos necessários, o envio para o servidor de armazenamento era liberado e então cada profissional poderia visualizar e alterar suas informações via um sistema baseado no *OpenMRS*.

Como resultado direto, o uso da plataforma SANA — OpenMRS trouxe novas experiências para os estudantes de Medicina do Hospital Universitário Gaffrêe e Guinle. No entanto, em um primeiro momento alguns desafios foram encontrados, principalmente aqueles relacionados à coleta de dados. A falta de padronização dos prontuários encontrados no hospital e o número reduzido de opções pré-prontas de prontuários oferecidos pelo SANA restringiu a usabilidade e aplicabilidade do sistema no contexto do estudo. Neste sentido, o mecanismo oferecido pelo SANA para criação e atualização de formulários também foi apontado como um ponto que dificultou a realização do estudo. Prontuários são especificados de forma declarativa através de arquivos XML no SANA, seguindo um formato proprietário. Esta especificação, apesar de declarativa, é complexa, o que demandou uma constante comunicação entre os engenheiros de *software* do LES e os profissionais de saúde. O pior cenário observado foi o ciclo de atualização de um prontuário. Depois de disparado a partir de uma solicitação de mudança no *software*, geralmente, demorava uma semana para todos os dispositivos estarem atualizados com a nova versão do prontuário. Isto porque após cada mudança, os engenheiros de *software* são obrigados a enviar uma nova aplicação SANA para todos os profissionais de

saúde, que por sua vez, precisam desinstalar a versão antiga e instalar a nova. Este processo, além de muito sujeito a erros de comunicação entre os envolvidos, visivelmente não serve de escala para um grande quantidade de envolvidos.

Para superar esta deficiência observaram-se duas necessidades: 1) oferecer um suporte para instalação e atualização dinâmica de prontuários no SANA; 2) uma ferramenta visual, voltada para os profissionais de saúde, para criação de prontuários. Este segundo ponto também supre um segundo problema enfrentado durante o estudo. A política de compartilhamento de dados cadastrados via SANA e publicados pelo *OpenMRS* é baseada no nome de itens identificados no prontuário SANA. Neste caso, quando os itens no prontuário SANA não correspondem diretamente aos itens criados dentro do *OpenMRS*, os dados cadastrados se perdem. Com isso, em muitos dos casos, devido a problemas de incompatibilidade entre as informações de itens nos prontuários, os dados de atendimento cadastrados via SANA não foram facilmente encontrados no *OpenMRS* ou em outros casos estavam incompletos.

3.2 *YouKnow como Ferramenta de Aprendizado de Medicina*

3.2.1 *Visão Geral*

Tendo em vista a visão hierárquica do ensino tradicional, o qual define os alunos como iguais dentro do contexto de ensino, meros ouvintes e receptores passivos do conteúdo dado pelo professor, há uma necessidade no mercado de investimento em aprendizagem colaborativa. O *Youknow* (Youknow, 2012) representa uma mudança significativa do conceito de aprendizagem baseada em salas de aula e palestras de professores. Essa ferramenta tem como enfoque a interação entre o modelo tradicional e outros processos baseados na colaboração entre pessoas. Os professores tornam-se facilitadores do aprendizado

em vez de transmissores de conteúdo. Há interação entre os colaboradores e parceiros, independente de estrutura hierárquica, redução de barreiras geográficas, fácil acesso para todos e canal de discussão sobre melhores práticas.

O YouKnow é uma plataforma baseada na web para organização de redes sociais entre usuários que discutem um determinado tema de estudo. O principal objetivo da ferramenta é promover o aprendizado de maneira colaborativa entre os participantes. Neste sentido, o YouKnow oferece um conjunto de ferramentas que facilitam a troca de informações, experiências, lições aprendidas e melhores práticas, fóruns, *rating* de conteúdo, dentre outras.

3.2.2 Resultados

Com objetivo de melhor entender o uso do YouKnow e compreender a eficiência de suas ferramentas de aprendizagem dentro de um processo de ensino-aprendizagem em medicina, ela foi aplicada em uma turma de Clínica Médica da Escola de Medicina e Cirurgia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro. A experiência com a ferramenta consistiu no estudo do prontuário de um paciente. Neste estudo, o professor liberou informações sobre o paciente gradativamente, de forma que a pesquisa e o aprendizado fossem concomitantemente associados com o que os alunos aprendiam nas aulas teóricas e presenciais da turma de clínica médica. A cada liberação, os alunos publicavam no ambiente juntamente com a pesquisa realizada, o conteúdo repassado nas aulas presenciais. Como forma de melhor entender a relação dos alunos com o ambiente, em um primeiro momento eles ficaram livres para escolher quais recursos mais os atraíam durante a publicação de um determinado conteúdo.

Dentre os diversos itens que a comunidade oferece, os alunos escolheram o item “Lição aprendida”, para iniciar a atividade de publicação do conteúdo da

disciplina. A escolha foi motivada pelo fato de esse item apresentar perguntas previamente cadastradas, o que direcionou os alunos na apresentação do caso estudado. Inicialmente, a anamnese do paciente foi publicada, contendo os vários diagnósticos diferenciais e uma imagem relacionada ao tema. Após essa publicação, o professor utilizou o item “Melhores Práticas” para divulgar os exames que o paciente havia realizado, exame pré-biópsia de pâncreas (tomografia e colangioproressonância). Ao mesmo tempo, um artigo científico no item “Artigo” titulado “Diabetes mellitus e carcinoma ductal de pâncreas” foi publicado, uma vez que esse era pertinente e relacionado com o assunto abordado. Durante todo o processo, as dúvidas que surgiram foram publicadas no item “Fórum”, com o objetivo de serem respondidas pelo professor ou até mesmo pelos alunos.

Em um próximo passo, o professor divulgou os exames complementares de imagens realizados no paciente em questão no item “Galeria de Imagens”. No item “Entrevista”, o professor postou os laudos das imagens do caso e os alunos postaram os exames laboratoriais. Também foi utilizado esse item para transcrever o prontuário do paciente. A partir de todas essas informações liberadas pelo professor, os alunos conseguiram diagnosticar o caso. Neste momento eles voltaram ao item “Lição Aprendida” e publicaram o diagnóstico e um resumo sobre o mesmo. Após todo esse processo, no item “Coluna” foi publicada pelos alunos uma apresentação sobre o diagnóstico do paciente. Ao final, como os assuntos postados nos diversos itens estavam relacionados, os alunos criaram *links* entre estes diversos assuntos por meio do subitem “Este item está relacionado a”. Dessa forma, todas as ferramentas de aprendizagem foram exercitadas por eles, exceto a ferramenta *podcast*.

Os alunos reportaram o uso da ferramenta como positivo, dado que deixaram de lado o modelo tradicional de aprendizado e passaram a tirar suas pró-

prias conclusões acerca do assunto através das pesquisas realizadas. Um dos fatores que influenciaram o resultado positivo foi a usabilidade da plataforma, bem como a praticidade do acesso, seja através de computadores ou dispositivos móveis. Outro fator foi a maneira como o aprendizado está organizado, isto é, por meio de uma rede social, o que permite por exemplo que participantes com maior experiência insiram itens de conhecimento englobando conceitos e práticas mais eficazes ou até mesmo o desenvolvimento de inovação. Além disso, o desenvolvimento colaborativo do conteúdo permitiu que itens mais bem avaliados pelos participantes diminuíssem o tempo de execução das tarefas e o tempo de busca por itens mais relevantes.

4. CONSIDERAÇÃO FINAIS

Como resultado de uma vasta experiência no desenvolvimento de sistemas de *software* voltados à Telessaúde pelo Laboratório de Engenharia de *Software* (LES) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), este capítulo apresentou diversas aplicações e desafios associados à Engenharia de Sistemas neste contexto. Nossa experiência consiste na aplicação de técnicas avançadas de engenharia de *software* na construção: (i) do SUAP; e (ii) de ferramentas computacionais para análise do comportamento social acerca de doenças epidemiológicas, a partir do conteúdo disponível em *sites* de redes sociais na internet. Além dos trabalhos de Engenharia de Software aplicada, diversos estudos vêm sendo conduzidos no sentido de melhor entender a aplicação de tecnologias no apoio à rotina hospitalar e no treinamento de profissionais da Saúde. As tecnologias *SANA Mobile* e *OpenMRS* vêm sendo aplicadas em conjunto por médicos na construção e disponibilização de prontuários, respectivamente. A plataforma *Youknow* vem sendo utilizada como uma fer-

ramenta modernizadora da forma de aprendizado em uma turma de Clínica Médica da Escola de Medicina e Cirurgia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Existe ainda uma série de desafios a serem superados. Continua desafiador, mesmo em se aplicando técnicas de especificação avançadas, como as baseadas na abstração de agentes, descobrir como se pode melhorar a assistência médica através da automatização e delegação de tarefas aos sistemas de informações. Além disso, é desafiante encontrar uma solução adequada de como o comportamento autônomo disponibilizado pelo *software* deve interagir com os usuários. No que diz respeito à análise computacional do comportamento social acerca de doenças epidemiológicas, questões como: (i) descrever a meta subjetiva do que é de interesse a ser analisado em uma rede social; e (ii) maximizar o número de participantes selecionados em uma análise, minimizando, porém, o volume de conteúdo a ser analisado precisam ser tratadas de forma mais adequada. Finalmente, a aplicabilidade do SANA, em conjunto com o *OpenMRS*, em uma rotina hospitalar, demanda uma série de evoluções para, então, se obter uma maior dinamicidade na disponibilização de prontuários e se chegar à análise colaborativa de prontuários dentro do *OpenMRS*.

REFERÊNCIAS

1. Sommerville, I. (2010). *Software Engineering* (9nd ed.). Addison Wesley.
2. SANA. (2012). Retrieved from <http://sana.mit.edu>
3. OpenMRS. (2012). Retrieved from <http://openmrs.org>
4. Youknow. (2012). Retrieved from <http://www.eduweb.com.br/produtos-e-servicos/tecnologia/you-know>
5. Wooldridge, M. (2009). *An Introduction to MultiAgent Systems - Second Edition*. John Wiley & Sons.
6. Poggi, F. B. (2009). Multi-agent systems for e-health: Recent projects and initiatives. WOA.
7. Ingrid Nunes, R. C. (2002). Supporting prenatal care in the public healthcare system in a newly industrialized country. *International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: Industry track* (pp. 1723–1730). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.
8. Ingrid Nunes, U. K. (2008). Extending web-based applications to incorporate autonomous behavior. *WebMedia*, (pp. 115–122).
9. Fowler, M. (2002). *Patterns of Enterprise Application Architecture*.
10. Andres, K. B. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley.
11. Ingrid Nunes, E. C. (2009). Finegrained variability in the development of families of software agents. *EUMAS*.

12. Georgeff, A. S. (1995). BDI-agents: from theory to practice. *First International Conference on Multiagent Systems*.
13. Whitehead, L. C (2007). *Methodological and ethical issues in internet-mediated research in the field of health: an integrated review of the literature*. Social Science & Medicine.
14. Kozinets, R. (2009). *Netnography: Doing Ethnographic Research Online*. Sage Publications Ltd, London.
15. Eysenbach, G. (2009). Infodemiology and infoveillance: Framework for an emerging set of public health informatics methods to analyze search, communication and publication behavior on the internet. *Journal of Medical Internet Research*.
16. Carvalho, D. F. (2012). Community association map: Processing inter-community. *International Conference on Web Information Systems and Technologies*.
17. Preece, J. a.-K. (2005). Online communities: Design, theory, and practice. *Journal of Computer-Mediated Communication*.
18. Lefevre, F. a. (2006). The collective subject that speaks. *Interface - Comunicação, Saúde, Educação*.
19. Lazer, D. P. (2009). Computational Social Science. *Science* , 721–723.
20. Marcacini, R. M. (2010). Torch: a tool for building topic hierarchies from growing text collection. *IX Workshop on Tools and Applications*, (pp. 133–135).
21. Boyd, D. M. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of Computer-Mediated Communication*.