

26

01/2015

Computação Brasil

Revista da
Sociedade Brasileira
de Computação

COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE

Conheça as perspectivas e desafios da área a partir da visão dos pesquisadores do INCT-MACC.



35 ANOS



Paulo Roberto Freire Cunha
Presidente da Sociedade Brasileira
de Computação

COMPROMISSO EM AVANÇAR

INICIAMOS 2015 ORGULHOSOS PELAS CONQUISTAS DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO NO ANO QUE SE PASSOU, QUANDO COMEMOROU-SE 35 ANOS DE ATUAÇÃO DA INSTITUIÇÃO. ACREDITAMOS QUE ESTAMOS NO CAMINHO CERTO, ARTICULANDO PROJETOS DE AVANÇOS E ESTIMULANDO A PESQUISA, O ENSINO E O DESENVOLVIMENTO EM COMPUTAÇÃO NO PAÍS.

COMO SE ASSOCIAR

Se você deseja renovar a anuidade ou se associar à SBC, confira o valor anual:

Categoria	Valor pago até 31.12.2014	Valor pago a partir de 01.01.2015
Efetivo/Fundador	R\$ 150,00	R\$ 160,00
Efetivo Associado à ACM	R\$ 135,00	R\$ 145,00
Estudante	R\$ 58,00	R\$ 62,00
Efetivo Associado à ACM	R\$ 45,00	R\$ 50,00
Estudante de Graduação Básico	R\$ 14,00	R\$ 15,00
Institucional	R\$ 912,00	R\$ 970,00
Assinante Institucional C	R\$ 5.064,00	R\$ 5.380,00
Assinante Institucional B	R\$ 2.832,00	R\$ 3.010,00
Assinante Institucional A	R\$ 1.488,00	R\$ 1.580,00

A anuidade da SBC vale pelo ano fiscal (janeiro a dezembro). Associados da SBMicro têm desconto.

Chegamos a um novo ano orgulhosos pelas conquistas da sociedade brasileira de computação em 2014, ano em que comemoramos 35 anos de atuação. Acreditamos que estamos no caminho certo como uma instituição que articula projetos de avanços e estimula a pesquisa, o ensino e o desenvolvimento em computação no país. Além disso, nos comprometemos em estar permanentemente atentos às políticas governamentais que afetam as atividades da Computação, considerando possíveis mudanças que podem ser promovidas pelo novo governo federal eleito. Uma das importantes atividades realizadas em 2014 foi o 3º Seminário Grandes Desafios da Computação no Brasil – Fase 2, que aconteceu em setembro na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e contou com cerca de 140 participantes, dentre eles membros da academia, do governo e profissionais da área. Em breve, será disponibilizado no site da SBC um relatório sobre o Seminário, importantíssimo para os avanços que pretendemos ter nos próximos anos. Um dos assuntos abordados no encontro é o destaque desta edição da revista Computação Brasil, que é focada no tema “Computação Aplicada à Saúde: Perspectivas e Desafios”, um segmento em franca expansão, que sugere uma atenção redobrada, não só em pesquisa, mas também em formação de recursos humanos e desenvolvimento da área nos setores público e privado.



Computação Brasil

Revista da
Sociedade Brasileira
de Computação



www.sbc.org.br

Caixa Postal 15012

CEP: 91.501-970 - Porto Alegre/RS

Av. Bento Gonçalves, 9.500 - Setor 4 - Prédio 43412 - Sala 219

Bairro Agronomia - CEP: 91.509-900 - Porto Alegre/RS

Fone: (51) 3308.6835 | Fax: (51) 3308.7142

E-mail: comunicacao@sb.org.br

Diretoria:

Presidente | Paulo Roberto Freire Cunha (UFPE)

Vice-Presidente | Lisandro Zambenedetti Granville (UFRGS)

Diretora Administrativa | Renata Galante (UFRGS)

Diretor de Finanças | Carlos Ferraz (UFPE)

Diretor de Eventos e Comissões Especiais | Altigran Soares da Silva (UFAM)

Diretora de Educação | Mirella Moro (UFMG)

Diretor de Publicações | José Viterbo (UFF)

Diretora de Planejamento e Programas Especiais | Cláudia Motta (UFRJ)

Diretor de Secretarias Regionais | Marcelo Duduchi (CEETEPS)

Diretor de Divulgação e Marketing | Edson Norberto Cáceres (UFMS)

Diretor de Relações Profissionais | Roberto da Silva Bigonha (UFMG)

Diretor de Competições Científicas | Ricardo de Oliveira Anido (UNICAMP)

Diretor de Cooperação com Sociedades Científicas | Raimundo José de Araújo Macêdo (UFBA)

Diretor de Articulação de Empresas | Avelino Zorzo (PUC-RS)

Editor Responsável | Edson Norberto Cáceres (UFMS)

Editora Associada | Luciana Montera (UFMS)

Editor convidado da edição | Artur Ziviani (LNCC)

Os artigos publicados nesta edição são de responsabilidade dos autores e não representam necessariamente a opinião da SBC.

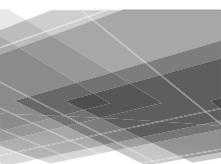


Giornale Comunicação Empresarial

Fone: (51) 3378.7100 - www.giornale.com.br

Fotos: Arquivo SBC

Índice

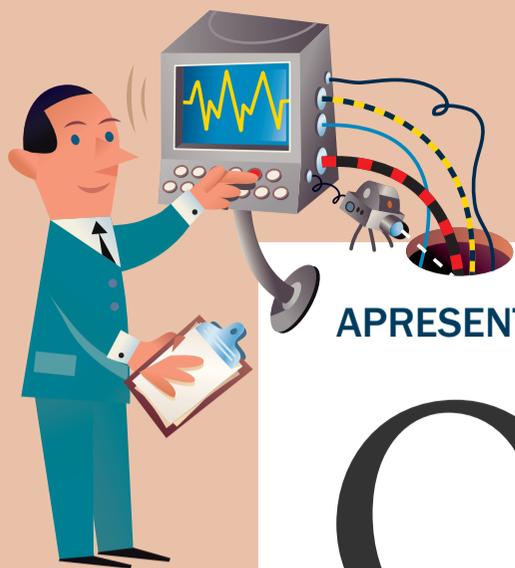
-
- 5 Agenda SBC
-
- 6  **Apresentação**
Computação Aplicada à Saúde
Por Artur Ziviani
-
- 10  **A Medicina Assistida por Computação Científica**
Por Raúl Feijóo e Artur Ziviani
-
- 16  **A Modelagem e Simulação Computacional do Sistema Cardiovascular Humano - O Modelo ADAN**
Por Pablo J. Blanco e Raúl Feijóo
-
- 22  **Imagens Médicas e Técnicas de Aprendizagem: Convertendo Dados em Modelos**
Por Gilson Antonio Giraldi e Denise Guliato
-
- 27  **Realidade Virtual e Aumentada e Suas Aplicações em Saúde**
Por Jauvane Oliveira e Selan dos Santos
-
- 34  **Desafios e Perspectivas no Desenvolvimento de Sistemas de Informação em Saúde**
Por Luciana Tricai Cavalini, Antônio Tadeu A. Gomes, Débora Christina Muchaluat Saade e Wanderley Lopes de Souza
-
- 39  **O Uso de Nuvens Computacionais em Apoio à Computação Científica**
Por Bruno Schulze e Antonio Mury
-
- 44  **O Pioneirismo do Curso de Informática Biomédica na USP em Ribeirão Preto**
Por Alessandra Macedo, João Augusto Baranauskas e Evandro Ruiz
-
- 49  **Sistemas de Informação Hospitalares: Progressos e Avanços**
Por Marco Antonio Gutierrez
-
- 55  **O Workshop de Informática Médica e a Área de Computação Aplicada à Saúde no CSBC**
Por Rosa Maria Moreira Costa, Fátima L. S. Nunes, Artur Ziviani e Alessandra Macedo
-
- 60  **Da Atenção Hospitalar ao Homecare, Conectando Sistemas e Dispositivos para o Cuidado Contínuo da Saúde**
Por Carsten Oliver Schirra
-

- MARÇO** **VI Computer on the Beach 2015**
20 a 22 VI Computer on the Beach 2015
Florianópolis (SC) - www.computeronthebeach.com.br/portal/
- ABRIL** **XI ERBD**
15 a 17 XI Escola Regional de Banco de Dados (ERBD 2015)
Caxias do Sul (RS) - ucs.br/site/eventos/xi-erbd/
- ABRIL** **XV ERAD-RS**
22 a 24 XV Escola Regional de Alto Desempenho do Estado do Rio Grande do Sul (ERAD-RS 2015)
Gramado (RS) - erad2015.inf.ufrgs.br/index.html
- MAIO** **VIII LAGOS**
11 a 15 VIII Latin-American Algorithms, Graphs and Optimization Symposium (LAGOS 2015)
Beberibe (CE) - www.lia.ufc.br/lagos2015
- MAIO** **XIII AES BRASIL**
25 a 28 XIII Congresso de Engenharia de Áudio (AES BRASIL 2015)
São Paulo (SP) - aesbrasil.org/congressos
- MAIO** **XI SBSI**
26 a 29 XI Simpósio Brasileira de Sistemas de Informação (SBSI 2015)
Goiânia (GO) - www.inf.ufg.br/sbsi2015
- JULHO** **CSBC 2015**
20 a 23 XXXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação 2015
Recife (PE) www.cin.ufpe.br/~csbc2015/
- JULHO** **II ELA-ES**
30 a 3 II Escola Latino Americana de Engenharia de Software (ELA-ES 2015)
Porto Alegre (RS) www.inf.ufrgs.br/elaes2015/

COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE: PERSPECTIVAS E DESAFIOS



por Artur Ziviani



APRESENTAÇÃO | Saúde

O IMENSO PROGRESSO DAS TECNOLOGIAS de informação e comunicação (TICs) nas últimas décadas posicionou a computação permeando atualmente diversos campos do conhecimento, causando profundas transformações nas atividades e maneira de exercício profissional dessas áreas. A área de saúde não é exceção e a computação aplicada a ela encontra-se em franca expansão, apresentando diversos desafios. Esses desafios se apresentam em diferentes eixos, combinando pesquisa, desenvolvimento, formação de recursos humanos e atuação profissional nessa área altamente interdisciplinar.

Nesse contexto, esta edição especial da Computação Brasil da SBC traz uma visão geral, longe de ser exaustiva, da área de pesquisa e desenvolvimento de computação aplicada à saúde no Brasil, ao longo de 10 artigos curtos. Uma das iniciativas estruturantes dessa área no país é o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC – <http://macc.lncc.br>). O INCT-MACC constitui uma rede colaborativa de pesquisa e desenvolvimento com sede no LNCC envolvendo mais de 120 pesquisadores doutores de diversas instituições presentes em 11 estados da federação. Esse conjunto de pesquisadores possui formação diversificada entre a área tecnológica, como Computação e Engenharias, e a área de saúde, como Medicina. Assim, o INCT-MACC forma uma iniciativa de pesquisa com atuação altamente interdisciplinar em área estratégica para o país.

O primeiro artigo desta edição especial recapitula os precedentes que culminaram na criação do INCT-MACC. Em seguida, do segundo ao sexto artigo discutem-se, respectivamente, as realizações, perspectivas e desafios da área de computação aplicada à saúde no contexto das cinco principais áreas de atuação





APRESENTAÇÃO | Saúde

do INCT-MACC: (i) modelagem e simulação computacional de sistemas fisiológicos complexos; (ii) processamento avançado de imagens médicas; (iii) aplicação de realidade virtual e aumentada na área de saúde; (iv) sistemas de informação em saúde; e (v) computação distribuída e sua aplicação no suporte à Computação Aplicada à Saúde.

Além da apresentação de diversas áreas componentes da Computação Aplicada à Saúde por membros integrantes do INCT-MACC, esta edição especial também traz discussões sobre outros temas correlatos à computação aplicada à saúde, tais como formação de recursos humanos, eventos e sociedades científicas da área, além da visão de pesquisa e desenvolvimento na área sob a perspectiva do setor privado. Assim, o sétimo artigo apresenta um breve histórico bem como as atuais tendências do curso pioneiro de graduação em Informática Biomédica na USP em Ribeirão Preto. O oitavo artigo traz uma perspectiva sobre os avanços de Sistemas de Informação Hospitalares e como a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS) tem atuado no suporte ao desenvolvimento de tais sistemas, promoção da área por meio de organização de eventos, estruturação de processos e definição de certificações. O nono relata como a atividade nacional de pesquisa acadêmica na área de Computação Aplicada à Saúde culminou no estabelecimento e consolidação do Workshop de Informática Médica (WIM), hoje o principal evento científico nacional nessa área. Esse relato também trata da estruturação a partir da comunidade científica do WIM da Comissão Especial de Computação Aplicada à Saúde (CE-CAS) da SBC. Finalmente, o décimo artigo apresenta uma descrição das atividades e perspectivas da Philips Research na área de computação aplicada à saúde.

Vislumbra-se, portanto, um horizonte promissor e desafiador





APRESENTAÇÃO | Saúde

para a atividade de pesquisa e desenvolvimento. Espera-se que esta edição especial possa motivar o envolvimento de mais profissionais e estudantes na área, impulsionando a comunidade nacional ao enfrentamento dos diversos desafios técnicos encontrados, tanto pelas particularidades da área de saúde quanto pela necessidade de atuação de forma intrinsecamente interdisciplinar, o que por si traz desafios próprios. ●



ARTUR ZIVIANI.

É Tecnologista Sênior no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) do MCTI. Possui graduação em Engenharia Eletrônica pela UFRJ, mestrado em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ e doutorado em Ciência da Computação pela Université Paris VI, Sorbonne

Universités, França. É vice-coordenador do INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC - <http://macc.lncc.br>) e já foi coordenador da Comissão Especial de Computação Aplicada à Saúde (CE-CAS) da SBC. É associado da SBC, membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e membro Sênior da ACM e IEEE. Referência: <http://www.lncc.br/~ziviani>



A MEDICINA ASSISTIDA POR COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA

por Raúl A. Feijóo e Artur Ziviani

O AVANÇO DA COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA TEM PROMOVIDO UM DESENVOLVIMENTO SEM PRECEDENTES NA HISTÓRIA DA SOCIEDADE HUMANA. A POPULARIZAÇÃO DO COMPUTADOR PESSOAL, O ADVENTO DA INTERNET, O DESENVOLVIMENTO DA COMUNICAÇÃO SEM FIO, DA COMPUTAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ALTO DESEMPENHO, DE BANCO DE DADOS DISTRIBUÍDOS E A SUA MINERAÇÃO GERANDO NOVOS CONHECIMENTOS, DAS TÉCNICAS DE MONITORAÇÃO A DISTÂNCIA, DA VISUALIZAÇÃO CIENTÍFICA, DA REALIDADE VIRTUAL E DA MODELAGEM E SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE SISTEMAS COMPLEXOS, PERMEIAM ATUALMENTE TODAS AS ATIVIDADES HUMANAS, GERANDO GRANDES E PROFUNDAS MODIFICAÇÕES.

NA MEDICINA, ESTA NOVA REALIDADE teve suas origens no início do Século XX, quando foi chamada de telemedicina (segundo a OMS, “*telemedicina é a provisão de serviços ligados aos cuidados com a saúde, nos casos em que a distância é o fator crítico. Tais serviços são providos por profissionais da área da saúde, usando tecnologias de informação e comunicação...*”). Entretanto, esta definição está atualmente ultrapassada frente às possibilidades que surgem com a utilização das novas tecnologias acima mencionadas. Por exemplo, com a modelagem e simulação computacional de sistemas fisiológicos que acoplam, através de múltiplas escalas espaciais (da escala de 1nm para o tamanho do poro nos canais de íons para a escala de 1m para o corpo humano) e temporais (desde 10^{-6} s típica dos movimentos Brownianos a 10^9 s da vida humana), a bioquímica, a biofísica e a anatomia de células, tecidos e órgãos, é possível conhecer melhor o funcionamento dos mesmos em condições normais ou alteradas por processos patológicos ou procedimentos médicos fornecendo informações adicionais que contribuem para o melhoramento da diagnose, tratamento e planejamento de diversos procedimentos médicos.

Desta maneira, a computação científica gera grandes e profundas modificações na medicina ao permitir:

- (i) A síntese do diagnóstico por imagem que, acoplada à modelagem e simulação, permite o desenvolvimento de novas técnicas terapêuticas em tempo real para melhorar procedimentos e tratamentos médicos;



- (ii) O desenvolvimento de modelos e simuladores precisos dos diversos sistemas do corpo humano e sua inter-relação integrando anatomia, fisiologia, propriedades biomecânicas, biologia celular e bioquímica para aplicações terapêuticas, de pesquisa, de formação e treinamento de recursos humanos;
- (iii) Desenvolver um “corpo virtual” para cada paciente de maneira a servir como um repositório para diagnóstico, patologias e outras informações médicas sobre o paciente. Por sua vez, este “corpo virtual” permite aumentar a comunicação entre o paciente e o médico, fornecendo uma referência para exames, patologias e mudanças que acontecem com o passar do tempo;
- (iv) Utilizar estes modelos e simuladores de alta precisão para planejamento cirúrgico, treinamento e credenciamento médico. Estes simuladores permitem verdadeira interação do usuário com órgãos humanos simulados incluindo propriedades físicas e fisiológicas realísticas para educação, pesquisa e desenvolvimento de aplicações médicas.

Motivados pelas ponderações anteriores e ao longo das últimas décadas, pesquisadores das áreas que integram a computação científica conjuntamente com profissionais da área médica têm começado a desenvolver e aplicar, de forma cada vez mais frequente (e intensiva), ferramentas baseadas em modelos computacionais dentro de diferentes áreas da prática médica. Como consequência disso, os modelos computacionais têm evoluído



significativamente com relação às capacidades de descrição e predição dos fenômenos mais relevantes que governam a resposta de um determinado sistema fisiológico e sua interação com os outros sistemas que integram o corpo humano, tanto em condições normais como em situações alteradas por doen-

Os modelos computacionais têm evoluído significativamente com relação às capacidades de descrição e predição dos fenômenos mais relevantes que governam a resposta de um determinado sistema fisiológico.

ças e/ou intervenções humanas (cirurgias, por exemplo).

O anterior somado ao vertiginoso aumento do desempenho dos computadores e das máquinas da aquisição de imagens médicas tem dado lugar ao surgimento de um novo paradigma na medicina: a medicina orientada a paciente específico assistida por computação científica (MACC). Esta quebra de paradigma está associada ao entendimento da ciência no campo da medicina como sendo construída de uma forma mais racional, a partir da combinação de dados clínicos e de imagens médicas com dados obtidos de simulações dos fenômenos físicos subjacentes aos sistemas fisiológicos.

O Brasil não ficou ausente frente a estes desenvolvimentos. Pelo contrário e quase que simultaneamente, se inicia no LNCC/MCTI (www.lncc.br) um vigoroso programa de P&D no campo da medicina assistida por computação científica. Liderado por pesquisadores dos laboratórios HeMoLab (<http://hemolab.lncc.br/>), MARTIN (<http://martin.lncc.br/>), LVCRV (<http://virtual01.lncc.br/pyimagevis/>), ACiMA (<http://acima.lncc.br/>) e ComCiDis (<http://comcidis.lncc.br/>), todos sediados na Coordenação de Computação Científica (CCC) do LNCC. Esta liderança em

sil: 2006 – 2016” quando foram propostos os seguintes desafios:

1. Gestão da Informação em grandes volumes de dados multimídia distribuídos.
2. Modelagem Computacional de sistemas complexos artificiais, naturais e socioculturais e da interação homem-natureza.
3. Impactos para a área da computação da transição do silício para novas tecnologias.
4. Acesso participativo e universal do cidadão brasileiro ao conhecimento.
5. Desenvolvimento tecnológico de qualidade: sistemas disponíveis, corretos, seguros, escaláveis, persistentes e ubíquos.

Como se pode apreciar, todos os grandes desafios previstos pela SBC estão intimamente correlacionados com a motivação e visão de futuro que os integrantes do INCT-MACC tiveram durante a gestação e consolidação deste instituto ao longo destes últimos 15 anos (1999 – 2014). ●



RAÚL A. FEIJÓO | Pesquisador Titular do LNCC/MCTI. Coordenador do INCT-MACC. Ordem Nacional do Mérito Científico na Classe Comendador. Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências. Bolsa de Produtividade em Pesquisa PQ 1A. Cientista de Nosso Estado, FAPERJ. Fellows Award 2010 da International Association for Computational Mechanics. Prêmio Internacional da Asociación de Mecánica Computacional Argentina. Prêmio Engenharia Mecânica Brasileira da Associação Brasileira de Ciências Mecânicas.



ARTUR ZIVIANI Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ e doutorado em Ciência da Computação pela Université Paris VI, Sorbonne Universités, França. É Tecnologista Sênior no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) do MCTI. É Vice-Coordenador do INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC - <http://macc.lncc.br>). É associado da SBC, membro afiliado da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e membro Sênior da ACM e IEEE. Referência: <http://www.lncc.br/~ziviani>

A Modelagem e Simulação Computacional do Sistema Cardiovascular Humano

O MODELO ADAN

.....

por Pablo Javier Blanco e Raúl A. Feijóo

AS DOENÇAS CARDIOVASCULARES (DCV) são as principais causas de morte na população mundial. Em particular, a cardiopatia isquêmica e as doenças vasculares cerebrais representam em conjunto 30% das mortes nos países desenvolvidos. A importância social das DCV no Brasil é corroborada ainda por representarem uma das principais causas de aposentadorias e de internações, sendo uma das principais causas de gastos com estas internações. Estas graves consequências individuais e sociais das doenças cardiovasculares, assim como o reconhecimento de que a aterosclerose está intimamente relacionada a fatores hemodinâmicos, tem motivado o uso crescente da modelagem e simulação computacional para abordar o ‘Grande Desafio’ que representa o entendimento da hemodinâmica do sistema cardiovascular (SCV) e suas aplicações na medicina.

Os modelos e simuladores do SCV existentes na atualidade limitam sua representação incorporando no máximo 130 artérias aproximadamente.

Na área de hemodinâmica computacional, o emprego de técnicas de dinâmica de fluidos computacional tem permitido à comunidade científica abordar a circulação sanguínea a partir de estudos dos mecanismos físicos subjacentes. Assim, desde 1950, os esforços para desenvolver modelos computacionais e técnicas baseadas em simulação vêm aumentando a fim de representar as múltiplas escalas de tempo e níveis de organização espacial presentes no SCV, tanto em condições fisiológicas como fisiopatológicas. En-

tretanto os modelos e simuladores do SCV existentes na atualidade limitam sua representação incorporando no máximo 130 artérias aproximadamente.

Dada a limitação inerente destes modelos, os mesmos não podem ser aplicados na prática médica, sendo úteis somente como *prova de conceito*, isto é, mostrando que a modelagem e simulação computacional são capazes de proporcionar resulta-

dos fisiologicamente aceitáveis. Assim, somente com um modelo que incorpore, com conteúdo científico-tecnológico na fronteira do conhecimento, a altíssima complexidade anatômica e fisiológica do SCV será possível ampliar o entendimento sobre o funcionamento do sistema cardiovascular em condições normais ou alteradas, seja por doenças ou por procedimentos médicos, contribuindo na diagnose ou no tratamento e planejamento cirúrgico em pacientes específicos bem como na formação de recursos humanos tanto na área da cardiologia/hemo-

Denominado **Modelo ADAN, é um modelo para simulação computacional do SCV que utiliza a descrição tridimensional das artérias correspondente a um homem jovem com altura média de 1,70 m. Até o momento, a pesquisa já conseguiu incorporar 2.142 artérias.**

dinâmica quanto na área da modelagem e simulação computacional dos sistemas fisiológicos humanos.

Motivados pelas ponderações anteriormente descritas, o grupo de pesquisadores brasileiros que integram o HeMoLab (<http://hemolab.lncc.br>), laboratório associado inclusive ao INCT-MACC (<http://macc.lncc.br/>), desenvolveu durante esses últimos anos um projeto de pesquisa destinado ao mapeamento do sistema cardiovascular humano no espaço tridimensional empregando rigorosos conceitos anatômicos e fisiológicos. Denominado Modelo ADAN (do inglês *Anatomically*

Detailed Arterial Network) e desenvolvido contando com a colaboração de especialistas médicos, é um modelo para simulação computacional do SCV que utiliza a descrição tridimensional das artérias correspondente a um homem jovem com altura média de 1,70 m. Até o momento, a pesquisa já conseguiu incorporar 2.142 artérias, dentre as quais se encontram todas aquelas referenciadas nos livros de anatomia. Desta maneira, o ADAN permite a modelagem e simulação computacional do sistema arterial humano, com um grau de detalhe sem prece-

dentes em toda a comunidade científica internacional. O modelo inclui ainda as artérias perfurantes (com calibre externo da ordem de 500 micrones) aos territórios vasculares, a morfometria de cada vaso (diâmetro do lume, espessura da parede e comprimento do distrito arterial), assim como as propriedades mecânicas dos diferentes componentes que integram a parede arterial (elastina, colágeno e músculo liso), estimadas a partir de dados utilizados na literatura médica. O modelo está assim construído de forma a garantir uma distribuição do sangue aos órgãos de acordo com conhecimento médico atual.

Esta equipe de pesquisadores está atualmente trabalhando na incorporação do sistema venoso seguindo os mesmos padrões em termos de precisão e detalhe anatômico que caracterizaram a descrição geométrica do sistema arterial no Modelo ADAN. Isto introduzirá mais um diferencial quando comparado com os simuladores existentes, contribuindo ainda mais para manter o Brasil entre os protagonistas nesta área do conhecimento.

O objetivo fundamental do modelo ADAN é o de servir como laboratório computacional para contribuir ao melhor entendimento do funcionamento do SCV, permitindo analisar os fatores por trás do início e do progresso de doenças cardiovasculares, ajudar a desenvolver estratégias precisas para diagnosticar condições patológicas, contribuir na otimização de planejamentos cirúrgicos e desenvolver novas estratégias de tratamento. Entre as características inovadoras desta classe de modelos podemos listar: (i) a simulação de fenômenos multiescala e multissistêmicos; (ii) a especificação de simulações para pacientes específicos e ou para pacientes genéricos; e (iii) a análise das tensões cisalhantes produzidas pelo escoamento sanguíneo em qualquer parte do SCV.

Desta maneira, o Modelo ADAN permitirá à medicina avançar no atendimento médico personalizado ao proporcionar uma ferramenta baseada em fundamentos físico-matemáticos na

fronteira do conhecimento, capaz de auxiliar na tomada de decisão com informações adicionais não disponíveis atualmente nos centros de saúde. Se disponíveis, elas são obtidas a um custo alto e geralmente empregando métodos altamente invasivos

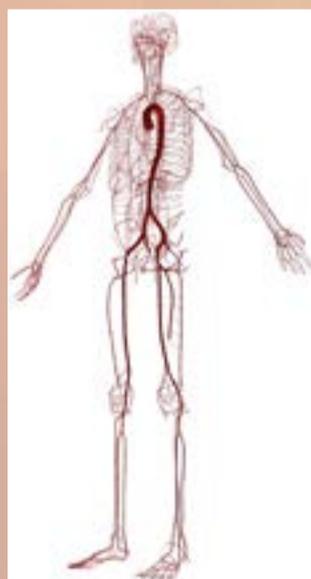
para o paciente com seus consequentes riscos.

O Modelo ADAN
permitirá à medicina
avançar no atendimento
médico personalizado.

A construção do Modelo ADAN foi resultado da tese de doutorado no LNCC/MCTI do Dr. Mário Sansuke Maranhão Watanabe, sob a orientação dos autores do presente artigo. Finalmente e com o intuito de mostrar as potencialidades do ADAN, foi lançado no final de 2013 o Sistema ADAN – WEB que pode

ser acessado livremente através do endereço <http://hemolab.lncc.br/adan-web>. Ele pode ser utilizado por qualquer browser com suporte WebGL onde, inclusive, existem mais informações sobre o sistema, a equipe de desenvolvimento e as instituições patrocinadoras. Nesta versão simplificada o usuário pode conhecer a hemodinâmica (velocidade e pressão em função do tempo) em qualquer uma das 2.142 artérias que integram o modelo fornecendo ainda, informações morfológicas (diâmetro, espessura da parede, propriedades mecânicas dos tecidos) e anatômicas do distrito arterial escolhido. ●

Figura 1
 Vista completa da anatomia vascular do Modelo ADAN.



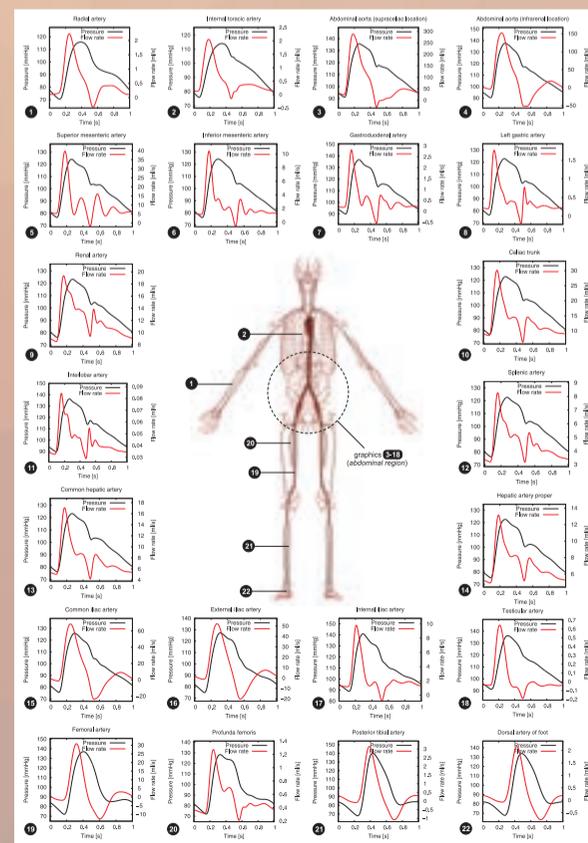
[1]

Figura 2
 Detalhe da vascularização cervical, extracraniana e cerebral.



[2]

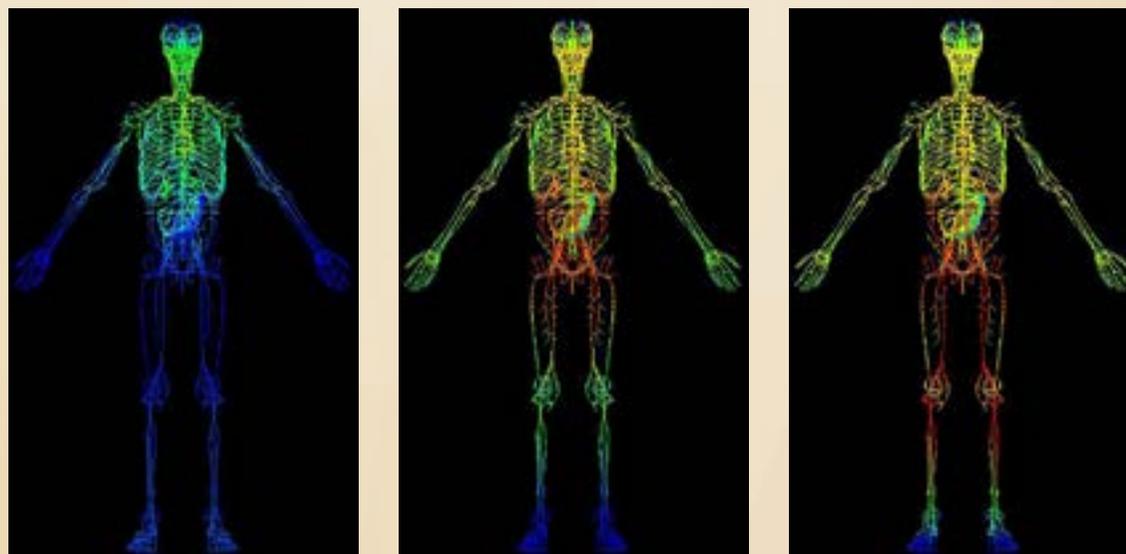
Figura 3
 Predições de fluxo e pressão nas principais artérias do corpo humano a partir de simulações computacionais efetuadas com o Modelo ADAN.



[3]

Figura 4

Propagação do pulso de pressão no corpo humano ao longo de um ciclo cardíaco calculada pelo Modelo ADAN.



[4]

Figura 5

Imagens do aplicativo Adan-Web acessível no endereço <http://hemolab.Incc.br/adan-web>. Além da visualização da anatomia vascular do Modelo ADAN, o aplicativo fornece informações de anatômica descritiva, permite selecionar grupos de vasos sanguíneos em regiões predeterminadas e observar os resultados (pressão e vazão) das simulações computacionais.



[5]



PABLO J. BLANCO | Pesquisador Associado do LNCC/MCTI. Coordenador do HeMoLab (Hemodynamics Modeling Laboratory) do LNCC/MCTI. Membro Afiliado da Academia Brasileira de Ciências. Membro do Comitê Executivo do INCT-MACC. Bolsa de Produtividade em Pesquisa Nível 2 do CNPq. Bolsa de Jovem Cientista da FAPERJ. Prêmio Odelar Leite Linhares à Melhor Tese de Doutorado (2008) outorgado pela Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional.



RAÚL A. FEIJÓO | Pesquisador Titular do LNCC/MCTI. Coordenador do INCT-MACC. Ordem Nacional do Mérito Científico na Classe Comendador. Membro Titular da Academia Brasileira de Ciências. Bolsa de Produtividade em Pesquisa PQ 1A. Cientista de Nosso Estado, FAPERJ. Fellows Award 2010 da International Association for Computational Mechanics. Premio Internacional da Asociación de Mecánica Computacional Argentina. Prêmio Engenharia Mecânica Brasileira da Associação Brasileira de Ciências Mecânicas.

IMAGENS MÉDICAS E TÉCNICAS DE APRENDIZAGEM: CONVERTENDO DADOS EM MODELOS

.....

por Gilson Antonio Giraldi e Denise Guliato

A ENORME QUANTIDADE DE DADOS GERADOS DIARIAMENTE PELOS DISPOSITIVOS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS TEM COMO CONSEQUÊNCIA IMEDIATA A NECESSIDADE CRESCENTE DE TÉCNICAS COMPUTACIONAIS PARA ARMAZENAMENTO, TRANSMISSÃO, PROCESSAMENTO, ANÁLISE, EXTRAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES RELACIONADAS A PATOLOGIAS OU DISFUNÇÕES NO ORGANISMO DO PACIENTE.

.....

TODO ESTUDO EM IMAGENS MÉDICAS SE INICIA com as técnicas de aquisição, sendo as mais comuns as aquisições por raio x, tomografia computadorizada, ressonância magnética nuclear e ultrassonografia. O volume de dados gerados e as dificuldades inerentes à análise das imagens motivaram a utilização crescente da tecnologia da informação na área da medicina e exigiram o desenvolvimento de um padrão para armazenar imagens e as informações médicas associadas, chamado DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*).

O padrão DICOM, acompanhado de protocolos de aquisição de imagens específicos, permite a geração de bancos de imagens padronizados, os quais constituem um ponto de partida para a extração de informação a partir de imagens médicas digitais. O primeiro passo nesta direção é a aplicação de métodos de processamento de imagens, constituídos por técnicas para representação, compressão, realce, restauração, registro e segmentação de imagens médicas. A representação mais imediata para uma imagem é uma matriz de intensidades, onde cada elemento da matriz guarda a intensidade de um elemento (pixel) da imagem. Os métodos de compressão de imagens utilizam basicamente estruturas de dados e transformações matemáticas para obter uma representação da imagem mais eficiente do ponto de vista de armazenamento e transmissão. Os métodos de realce geram uma nova imagem a partir da imagem de entrada, na qual está realçada alguma característica de interesse para a análise (contraste entre regiões de interesse, por exemplo). No caso da restauração, temos duas classes de métodos: redução de ruído e inpainting. No primeiro caso, utilizam-se técnicas de filtragem, métodos de otimização, análise de sensibilidade e processos estocásticos para obter uma nova imagem com qualidade visual melhor que a original. No caso das técnicas de inpainting tem-se uma imagem original com defeitos provenientes de rasuras, carimbos, dobras, etc. Aplicam-se então técnicas de processamento com o objetivo

final de corrigir estes defeitos. Fazer o registro de imagens significa alinhar duas ou mais imagens de acordo com um sistema de coordenadas comum. Por exemplo, uma vez realizadas duas tomografias distintas de uma mesma região, deve-se executar o

Segmentar uma imagem significa dividi-la em regiões disjuntas e homogêneas em relação a um determinado critério.

registro das imagens para que seja possível a fusão das informações contidas nos dois exames. Segmentação é uma área de intensa pesquisa em processamento de imagens, particularmente na área médica, uma vez que é uma etapa fundamental para a extração de informação. Segmentar uma imagem significa dividi-la em regiões disjuntas e homogêneas em relação a um determinado critério.

Esta área envolve tanto métodos específicos (contornos ativos, por exemplo) quanto aplicação de técnicas das áreas anteriores para realce e restauração da imagem antes da segmentação propriamente dita.

Os sistemas computacionais apoiam o diagnóstico baseado em imagens incluindo técnicas básicas de processamento de imagens para realçar e segmentar regiões de interesse, seguidos pela etapa de extração de características e análise dos dados. Esta última, por sua vez, envolve técnicas de aprendizagem que encontraram no cenário de imagens médicas um ambiente promissor para desenvolvimento de novos algoritmos. De forma mais radical, podemos afirmar que estas técnicas vêm permitindo a geração de modelos a partir das imagens armazenadas. Neste texto, entende-se por modelo uma representação abstrata de um fenômeno ou de algum aspecto associado às imagens do banco de dados, com o propósito de análise e/ou predição. Por exemplo, no caso de lesões e tumores de mama visíveis em imagens obtidas via ultrassonografia, as características mais importantes para o diagnóstico são características geométricas da forma e textura da lesão. Uma vez executada a segmentação para isolar a região de

interesse do restante da imagem, segue-se a etapa de extração das características. Como resultado desta etapa, obtemos, para cada imagem do banco de dados, um conjunto de números reais, organizados em um vetor de características. Esses vetores formam a entrada para os algoritmos de classificação, os quais são “treinados” para distinguir lesões benignas das malignas. Na área de classificação de imagens, as técnicas mais tradicionais são os métodos estatísticos de aprendizagem, redes neurais e métodos Bayesianos. O classificador constitui o modelo, o qual, no exemplo acima, dada uma nova imagem que não faz parte do banco de imagens de treinamento, será capaz de predizer se a lesão presente é benigna ou maligna, com uma certa probabilidade de acerto.

No Brasil, a área de processamento e análise de imagens médicas vem se estabelecendo desde os anos 1970, tendo atingido maturidade e reconhecimento internacional. No contexto acadêmico, um bom exemplo deste fato é o Sibgrapi (Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing), nosso mais tradicional fórum de discussão científica em áreas relacionadas, cuja primeira edição ocorreu em 1998. Em 2005 surgiu o Workshop de Visão Computacional (WVC), um novo fórum

No Brasil, a área de processamento e análise de imagens médicas vem se estabelecendo desde os anos 1970.

para discussão de temas nas áreas de processamento e análise de imagens. O esforço acadêmico teve reflexo no mercado, com o surgimento de empresas com foco em desenvolvimento de softwares para processamento e visualização de imagens. Nos últimos anos, a integração entre profissionais das áreas de processamento e análise de imagens, computação gráfica e modelagem computacional

gerou temas multidisciplinares de pesquisa, com aplicações tecnológicas e científicas, culminando com a criação em 2008 do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC). ●



Gilson Antonio Giraldi | Possui mestrado em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (1993) e doutorado em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2000). Atualmente é pesquisador adjunto do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). É coordenador do programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional do LNCC. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Matemática da Computação.



Denise Guliato | Professora Associada lotada na Faculdade de Computação da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais. Cursou Bacharelado em Ciência da Computação na Universidade Federal de São Carlos, obteve o grau de Mestre em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o grau de Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Seus interesses de pesquisa incluem processamento digital de imagens, análise de imagens, reconhecimento de padrões, sistema de apoio ao diagnóstico e recuperação de imagens.



REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA E SUAS APLICAÇÕES EM SAÚDE

por Jauvane Oliveira e Selan dos Santos

Realidade Virtual (RV) pode ser definida como um tipo avançado de interface homem-máquina, por meio da qual o usuário pode interagir com um ambiente sintético tridimensional (3D) gerado por computador, utilizando-se de canais multissensoriais como visão, tato e audição (Sherman 2003). O objetivo da RV é permitir que o usuário sintá-se imerso no espaço virtual correspondente à aplicação em questão e seja capaz de visualizar, explorar e manipular os dados da aplicação em tempo real. Idealmente o usuário interage com RV por meio de seus movimentos naturais do corpo, os quais são mapeados em ações no mundo virtual. A grande vantagem desse tipo de interface é a exploração do conhecimento natural e intuitivo do usuário a respeito do mundo físico no qual habita; espera-se que tal conhecimento possa ser transferido (de forma direta ou indireta) para metáforas que manipulem o mundo virtual.

Usualmente a RV é disponibilizada através de Ambientes Virtuais, os quais são especialmente úteis em aplicações de treinamento, já que se permite que o usuário seja exposto a uma realidade alternativa de interesse ao procedimento em questão. Do mesmo modo que um simulador de voo permite que um piloto aprenda a pilotar uma aeronave, e ganhe experiência de voo, um simulador cirúrgico permite que um estudante de medicina aprenda a realizar um determinado procedimento, bem como ganhar experiência através da interação com uma variedade de casos. Uma vantagem adicional é que tal usuário do sistema pode ser metodicamente exposto a um conjunto de casos, desde os mais típicos e corriqueiros até aqueles mais complexos e raros. O sistema pode, similarmente a nosso exemplo de simuladores de voo, expor o usuário àquela variedade de casos, o que nem sempre é possível em experiências reais do dia a dia. No âmbito do INCT-MACC foram desenvolvidos um sistema de treinamento de procedimento de Ressuscitação Cardiopul-

A Realidade Virtual (...) vem também sendo utilizada efetivamente como poderosa ferramenta de apoio na recuperação motora e cognitiva de pacientes pós-AVE.

monar, alguns protótipos de simuladores cirúrgicos e simuladores de procedimentos médicos (toracocentese por exemplo) [Oliveira 2012].

A Realidade Virtual em sua modalidade semi-imersiva e imersiva vem também sendo utilizada efetivamente como poderosa ferramenta de apoio na recuperação motora e cognitiva de pacientes pós Acidente Vascular Encefálico (veja [Rose 2005] e [Lucca 2009] para uma revisão de estudos nesta área). O Acidente Vascular Encefálico (AVE) é um evento patológico agudo desencadeado pela oclusão ou hemorragia dos vasos do encéfalo. O AVE pode causar morte e disfunção celular na área afetada e regiões adjacentes. A maioria dos pacientes sobrevive ao AVE com graus variados de sequelas motoras e cognitivas, dependendo da região afetada pelo evento isquêmico. As sequelas motoras são as incapacidades mais conspícuas e afetam cerca de 80% dos pacientes, prejudicando os movimentos em um dos lados do corpo e causando limitação tanto no exercício de atividades cotidianas quanto nas interações interpessoais. Por exemplo, Kim e Colaboradores [Kim 2011] apresentaram evidências que o treinamento realizado com realidade virtual combinado com reabilitação cognitiva assistida por computador pode trazer benefícios adicionais no tratamento de impedimentos cognitivos em pacientes vítimas de derrame. Similarmente, Cameirão e colaboradores [Cameirao 2010] avaliaram o uso de ambientes virtuais na reabilitação motora de membros superiores associado com a transferência de movimento cinemático por meio das tarefas executadas no mundo virtual e, posteriormente, no mundo real. Mais recentemente, uma das

iniciativas dentro do INCT-MACC propôs o uso de um sistema de realidade virtual de baixo custo para auxiliar a recuperação da função motora de pacientes que sofreram um AVE recente. Neste trabalho, foi utilizado o reconhecimento do movimento das mãos do paciente por visão computacional para controlar o movimento de um personagem virtual. A motivação da solução proposta era a de engajar o paciente na aplicação de maneira a simular os mesmos movimentos que ele faria em um tratamento convencional de fisioterapia [Souza 2012], dado que o tratamento dos membros superiores, por exemplo, é um processo

Sistemas de Realidade Virtual também são úteis para reabilitação motora onde fisioterapia faz-se necessária, bem como no tratamento de fobias.

tedioso e difícil, que se concentra em movimentos passivos, especialmente para pacientes com AVE moderado ou severo.

Sistemas de Realidade Virtual também são úteis para reabilitação motora onde fisioterapia faz-se necessária, bem como no tratamento de fobias. No caso de reabilitação física, exercícios de fisioterapia, que são de difícil engajamento, especialmente por crianças e idosos, podem ser realizados por um sistema de realidade virtual bem modelado. Tal sistema pode exigir que o usuário realize exatamente os movi-

mentos de interesse, enquanto engajados em jogos e atividades semelhantes, que mais facilmente faz com que aqueles usuários sigam a recomendação conforme necessário para cada caso. No tratamento de fobias o usuário pode ser apresentado a situações de interesse em nível crescente, desde nível de pouco estresse até chegar, quando o usuário estiver pronto, a situações que originalmente trariam desconforto, mas que pela apresentação gradual resultam em eventual tolerância pelo usuário.

Finalmente, um sistema de RV é bastante útil para a apresentação de informação, modelada através de conteúdo 3D. Um exemplo de desenvolvimento no âmbito do INCT-MACC é um

atlas virtual do corpo humano, onde o usuário pode observar as estruturas anatômicas 3D do ser humano, através da WEB. Realidade Aumentada (RA), por sua vez, permite que o usuário tenha acesso a informações virtuais adicionais, que são acrescentadas à cena real. Como exemplo podemos citar um cirurgião que, durante a realização de uma cirurgia, possa visualizar

Realidade Aumentada (RA) permite que o usuário tenha acesso a informações virtuais adicionais, que são acrescentadas à cena real.

imagens de apoio, como radiografias, imagens 3D resultantes de tomografias computadorizadas ou mesmo superposição de imagens em tempo real sobre a estrutura equivalente do paciente sendo operado. Tal sistema facilita a atividade do usuário, uma vez que apresenta informação útil ao contexto da cirurgia (localização exata de um tumor, bem como por onde passam vasos sanguíneos de grosso calibre e/ou nervos, por exemplo). A interação de Realidade Virtual com Medicina é explorada já há várias décadas [MMVR]. Em geral, as evidências científicas ao longo dos últimos

anos têm demonstrado que o uso de RA e RV, com o propósito de treinamento e reabilitação em Saúde, pode adicionar benefício aos métodos tradicionais, por ampliarem a possibilidade de uso, permitirem a exposição a casos controlados e evitar o aprendizado *in-vivo*, envolvendo pacientes reais precocemente. ●

Referências

[Cameirão 2010] M.S. Cameirao, E.D. Oller, S.B. Badia, e P.F.M.J. Verschure. Neurorehabilitation using the virtual reality based rehabilitation gaming system: methodology, design, psychometrics, usability and validation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7(48), 2010.

[Kim 2011] B.R. Kim, M.H. Chun, L.S. Kim, e J.Y. Park. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. *Ann Rehabil Med*, 35(4):450–459, August 2011.

[Lucca 2009] L.F. Lucca. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: A generation of progress? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 41(12):1003 – 1006, 2009.

[MMVR] Medicine Meets Virtual Reality Conference - <http://www.nextmed.com>

[Oliveira 2012] J. C. de Oliveira, S. R. dos Santos, B. M. de Carvalho, L. dos S. Machado, R. M. Moraes, R. M. E. M. Costa. V. M. B. Werneck, M. S. Pinho, F. L. S. N. Marques, H. Pedrini, I. Rodello, M. E. Delamaro, R. Tori. Virtual Reality Applied to Medicine. In: Raúl Feijóo; Artur Ziviani; Pablo J. Blanco. (Org.). *Scientific Computing Applied to Medicine and Healthcare*, Petrópolis: INCT-MACC, 2012, v. 1, p. 276-314.

[Rose 2005] F.D. Rose, B.M. Brooks, and A.A. Rizzo. Virtual reality in brain damage rehabilitation: Review. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(3):241–262, June 2005.

[Sherman 2003] W.R. Sherman e A.B. Craig. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Morgan Kaufman Publishers, 1st edition, 2003.

[Souza 2012] A. M. de C. Souza, M.A. Gadelha, E.A.G. Coutinho, S.R. dos Santos, A.L.H. Pantoja, A. J. Pereira. A video-tracking based serious game for motor rehabilitation of post-stroke hand impairment. *SBC Journal on Interactive Systems*, 3(2):37-46, 2012.



Jauvane Oliveira | Pesquisador associado do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), onde coordena o Laboratório de Ambientes Colaborativos e Multimídia Aplicada (ACiMA – <http://acima.lncc.br>). Possui o título de Ph.D. em Engenharia Elétrica pela Universidade de Ottawa, Canadá. No contexto do INCT-MACC seu grupo aplica Realidade Virtual a aplicações médicas, especialmente sistemas de treinamento, tais como simuladores cirúrgicos.



Selan R. dos Santos | professor associado no Departamento de Informática e Matemática Aplicada (DIMap) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e membro do Imagina Research Lab, laboratório associado ao INCT-MACC. Possui o título de Ph.D. em Computação pela University of Leeds, UK. Seus interesses acadêmicos envolvem três categorias interrelacionadas, visualização, realidade virtual/aumentada e jogos digitais. Contato: selan@dimap.ufrn.br

DESAFIOS E PERSPECTIVAS NO DESENVOLVIMENTO **DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO EM SAÚDE**

por **Luciana Tricai Cavalini, Antonio Tadeu Azevedo Gomes,
Débora Christina Muchaluat Saade e Wanderley Lopes de Souza**

O EMPREGO DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TICS) NO CUIDADO EM SAÚDE TEM SIDO CONSIDERADO UMA FRENTE PROMISSORA. POTENCIAIS BENEFÍCIOS INCLUEM A MELHORIA NA COMUNICAÇÃO ENTRE DIFERENTES SERVIÇOS DE SAÚDE E A MELHORIA NA QUALIDADE DO ATENDIMENTO E NA SEGURANÇA DO PACIENTE.

DIVERSOS SERVIÇOS E APLICAÇÕES EM SAÚDE têm sido desenvolvidos e utilizados com sucesso, particularmente em telemedicina e telessaúde, onde a distância entre os atores é o fator crítico. Por outro lado, tem sido crescente o ceticismo sobre a real eficiência dos sistemas de informação em saúde quando vistos em conjunto, como um “supersistema”. O desenvolvimento de supersistemas demanda uma abordagem distinta dos sistemas monolíticos complexos – no sentido de serem desenvolvidos a partir de um plano inicial comum –, pois o desenvolvimento pode ocorrer sobre alguma incerteza acerca do funcionamento interno e de possíveis evoluções dos sistemas constituintes.

Curiosamente, percebe-se uma oposição entre o modelo de desenvolvimento desses sistemas, distribuído e pouco padronizado, e o modelo vigente de cuidado em saúde, que é hierarquizado em níveis de atenção primária, secundária e terciária, com maior ou menor concentração em torno dos níveis secundário e terciário, onde são necessários profissionais altamente especializados. O aumento populacional, a expansão da população idosa, a insuficiência de profissionais de saúde e a natureza altamente dinâmica das ciências biomédicas agravam esse cenário, levando a um aumento nos custos do cuidado em saúde sem necessariamente haver melhorias na qualidade dos serviços. Dentro desse contexto, uma série de atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionadas a sistemas de informação em saúde vêm sendo conduzidas no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia – Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC). Essas atividades enfocam aspectos como a interoperabilidade de sistemas de informação em saúde, a adoção de modelos distribuídos de cuidado em saúde e os sistemas de suporte à decisão clínica.

As soluções atuais de interoperabilidade semântica têm se voltado, em geral, para os Registros Eletrônicos de Saúde (RES), porém a complexidade da informação de saúde torna a implementação

de RES uma atividade desafiadora. Primeiramente, a natureza dinâmica das ciências biomédicas torna difícil a manutenção dos sistemas. Além disso, a grande quantidade de conceitos da área

A adoção da Abordagem Orientada a Modelos Multinível (AOMM) tem se provado eficaz na aquisição de interoperabilidade semântica entre sistemas de informação em saúde.

(em torno de 300.000 termos) e a dificuldade de chegar a um consenso entre os especialistas sobre a melhor forma de representação dos conceitos geram uma variabilidade extrema de requisitos. Como os resultados de uma consulta podem afetar o resultado das seguintes, a aquisição de interoperabilidade semântica é uma necessidade básica para a área de informática em saúde. A adoção da Abordagem Orientada a Modelos Multinível (AOMM) tem se provado eficaz na aquisição de interoperabilidade semântica entre sistemas de informação em saúde, através da separação entre a modelagem da informação e

a modelagem do domínio. Existem três propostas em AOMM: as especificações da Fundação openEHR; a família de Normas ISO 13606, atualmente sob revisão; e as especificações Multi-Level Healthcare Information Modeling (MLHIM), estas últimas desenvolvidas no âmbito do INCT-MACC. As especificações openEHR e ISO 13606 são modelos orientados a objetos e adotam a Archetype Definition Language para seus modelos de domínio, denominados arquétipos; em MLHIM, tanto o modelo de informação quanto os modelos de domínio são implementados em XML Schema. Os modelos de domínio AOMM definem qualquer conceito da área biomédica e podem ser ligados a vocabulários controlados, sendo que, por definição, instâncias de dados baseados em AOMM devem ser semanticamente válidas em outros sistemas de informação de saúde baseados nas mesmas especificações.

A adoção de modelos distribuídos de cuidado em saúde permite ao paciente gerenciar a sua própria saúde e assim otimizar o trabalho dos profissionais de saúde. O conceito de “Cuidado em

Saúde Pervasivo” visa habilitar tais modelos via o uso de TICs, tornando o cuidado em saúde acessível em todo lugar, a qualquer hora e para qualquer pessoa. Para tal, é necessário que a troca de informações entre os profissionais responsáveis pelo cuidado dos pacientes seja ágil, eficiente e segura. No âmbito do INCT-MACC, foram desenvolvidos uma arquitetura de referência e um middleware integrador que usam tecnologias de Computação Ubíqua, as especificações openEHR, princípios da arquitetura orientada a serviços e agentes de software para a construção de sistemas interoperáveis sensíveis a contexto. Um estudo de caso com a arquitetura de referência e o middleware integrador foi realizado em um ambiente distribuído real de cuidado em saúde, para três cenários de uso definidos no domínio da cardiologia: entrega de resultados de exames laboratoriais, agendamento de avaliação de marca-passo e reunião da equipe para preparação de cirurgia cardíaca.

Sistemas de apoio à decisão favorecem a melhoria na qualidade do cuidado em saúde ao viabilizarem a adoção de estratégias de prevenção e de diagnóstico precoce, ainda no nível de atenção primária. O envelhecimento populacional ressalta a importância desses sistemas para a atenção geriátrica, especialmente as demências, tais como Transtorno Cognitivo Leve (TCL) e a Doença de Alzheimer (DA). No INCT-MACC, iniciou-se o desenvolvimento de um sistema de suporte à decisão clínica para o diagnóstico de demências, baseado nas especificações MLHIM. Os critérios mais recentes de diagnóstico foram representados em Redes Bayesianas, fornecendo os parâmetros diagnósticos e quais informações ainda devem ser coletadas para confirmação diagnóstica. A avaliação da proposta indica resultados promissores para o diagnóstico de TCL, antecipando o tratamento, retardando os efeitos da DA e prolongando a qualidade de vida do paciente.

Assim, o INCT-MACC tem contribuído na pesquisa e inovação em uma área desafiadora da ciência da computação, com impactos potenciais na melhoria do cuidado em saúde. ●



LUCIANA TRICAI CAVALINI | Médica, Doutora em Saúde Coletiva pela UERJ. Professora do Departamento de Epidemiologia e Bioestatística da UFF e do Departamento de Tecnologias de Informação em Saúde da UERJ. Coordenadora da Unidade de Desenvolvimento Tecnológico em Modelagem Multinível de Informações em Saúde (UERJ) e do Grupo Emergente de Pesquisa e Inovação em Tecnologias da Informação em Saúde (GEPITIS-UERJ/UFF)



ANTÔNIO TADEU AZEVEDO GOMES | Pesquisador do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/MCTI) desde 2004. Doutor em Informática pela PUC-Rio (2005). Bolsista de Produtividade do CNPq. Coordenador, em conjunto com o pesquisador Artur Ziviani, do Grupo de Pesquisa em Mecanismos e Arquiteturas de Tecnologias da Informação e Comunicação (MARTIN – <http://martin.lncc.br>).



DÉBORA C. MUCHALUAT SAADE | Professora associada do Instituto de Computação da UFF. Doutora em informática pela PUC-Rio. Bolsista de Produtividade do CNPq. Coordena o projeto SiADE - Pesquisas em Sistemas de Apoio à Decisão e ao Diagnóstico de Doenças Associadas ao Envelhecimento, apoiado pela FAPERJ. Coordena, em conjunto com outros pesquisadores, o Laboratório MídiaCom (<http://www.midiacom.uff.br>).



WANDERLEY LOPES DE SOUZA | Professor Titular da Universidade Federal de São Carlos desde 1993. Doutor em Signaux et Bruits pela Université de Montpellier II – França (1979). Pós-doutorados em Teleinformática (1985) pela Université de Montréal – Canadá, em Computação Ubíqua (2002) pela University of Ottawa – Canadá, e em Computação em Nuvem (2013) pela University of Twente - Holanda.



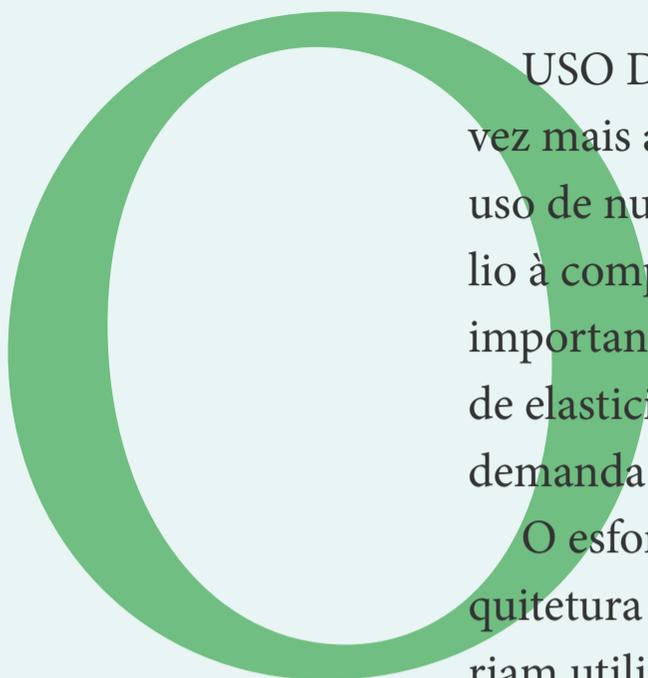
O USO DE NUVENS COMPUTACIONAIS EM APOIO À **COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA**

.....

UMA ANÁLISE DE COMO A INFRAESTRUTURA DE NUVEM COMPUTACIONAL PODE AUXILIAR O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO, REQUISITOS E O TRABALHO EXECUTADO NO ÂMBITO DO INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM MEDICINA ASSISTIDA POR COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA.

.....

por Bruno Schulze e Antonio Mury



USO DE NUVENS COMPUTACIONAIS tem obtido cada vez mais atenção na comunidade científica. A possibilidade do uso de nuvens computacionais como recursos extras, em auxílio à computação massivamente paralela e distribuída, torna-se importante, na medida em que as suas propriedades em termos de elasticidade e escalabilidade forneceriam estes recursos sob demanda e na medida necessária.

O esforço atual na comunidade científica é a análise da arquitetura de nuvens computacionais e das aplicações que poderiam utilizá-la de forma a se poder obter o maior desempenho possível deste ambiente. A abordagem atualmente utilizada, pelos provedores comerciais é o que podemos classificar como “força bruta”, onde se opta pela adição de mais recursos seja no sentido horizontal (adição de mais servidores virtuais) seja no sentido vertical (aumento da capacidade dos recursos virtuais), em menor grau. Essa abordagem, entretanto, não atende às especificidades da comunidade científica, quanto a busca no uso efetivo dos equipamentos e do desempenho.

Projetos de grande porte como o projeto Helix-Nebula - Scientific Cloud Computing Infrastructure for Europe e o projeto EU-Brazil Cloud infrastructure Connecting federated resources for Scientific Advancement (EUBrazil-CC) são exemplo destes esforços no sentido de se obter o conhecimento sobre as possibilidades e as limitações de um ambiente de nuvens computacionais. No caso do projeto Helix-Nebula, foi estabelecida como objetivo a criação de uma infraestrutura e ambiente de nuvem, capaz de oferecer suporte a múltiplas organizações, baseado nas necessidades específicas da comunidade de pesquisa europeia e agências espaciais. No caso do projeto EUBrazil-CC foi estabelecido criar um ambiente voltado para usuários da comunidade científica brasileira e europeia, explorando as possibilidades e a infraestrutura de nuvens computacionais dessas duas comunidades. Ambos os projeto têm em seus estudos

A infraestrutura e as ferramentas existentes para o gerenciamento desta infraestrutura traz em benefícios para seus usuários e para seus mantenedores.

de caso a análise de cenários complementares e multidisciplinares cobrindo as áreas de epidemiologia, física, saúde, biodiversidade, aeroespacial, recursos naturais e mudanças climáticas.

Existe assim um consenso quanto ao uso das nuvens computacionais em prol da computação massivamente paralela e distribuída, e dos benefícios que poderão ser obtidos. A infraestrutura e as ferramentas existentes para o gerenciamento desta infraestrutura traz em benefícios para seus usuários e para seus mantenedores, na medida em que aos primeiros dá acesso remotamente a ambientes dedicados e a recursos voltados para a computação massivamente paralela e distribuída, que para a maioria destes usuários seria proibitivo manter seja pela existência de pessoal técnico, seja pelo custo imobilizado ou necessário para a manutenção. Sob o ponto de vista de seus mantenedores, cria a possibilidade de congregarem em uma federação de nuvens computacionais recursos de alto desempenho, permitindo que as aplicações científicas e os problemas a elas relacionados possam ser trabalhados em ambientes cuja infraestrutura realmente atenda aos requisitos dessas aplicações.

O que se percebe então nesses esforços é a aquisição de conhecimento e a capacidade de determinação dos requisitos intrínsecos e específicos das aplicações científicas, em especial as de processamento massivamente paralelo e distribuído, e seu relacionamento com a arquitetura já existente ou que venha a ser alvo de aquisição no futuro. Este conhecimento tem como principais desdobramentos não só o uso mais efetivo destes recursos como também a possibilidade de aquisição de recursos com base nas reais necessidades das pesquisas.

Com base nesse conhecimento, será possível consolidar uma infraestrutura de nuvem capaz de atender às especificidades das aplicações científicas e fornecer acesso transparente a seus usuários. Os esforços se dão na criação de portais capazes de oferecer acesso tanto a ambientes virtualizados dedicados ou a infraestruturas reais, alocadas em função das aplicações a serem executadas.

Dentro do âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC),

Com base nesse conhecimento, será possível consolidar uma infraestrutura de nuvem capaz de atender às especificidades das aplicações científicas e fornecer acesso transparente a seus usuários.

por meio do grupo de Computação Científica Distribuída, encontram-se em andamento estudos com o objetivo de avaliar os parâmetros das aplicações já desenvolvidas ou em desenvolvimento, de forma a obter subsídios para orientar tanto o aperfeiçoamento destas aplicações, como determinar a melhor infraestrutura para sua execução. Isto será feito por meio da avaliação do grau de afinidade entre as classes de aplicações, a topologia da infraestrutura virtual adequada à execução das aplicações e em determinar a influência das bibliotecas utilizadas nestas implementações, quando executadas

em ambientes distribuídos e compartilhados, como os existentes nas nuvens computacionais, ou mesmo dedicados, para o caso de arquiteturas massivamente paralela e distribuída, na forma de clusters reais. ●



BRUNO SCHULZE | Doutorado em Ciência da Computação (UNICAMP) / Fraunhofer Institute for Open Communication Systems (FOKUS (sand.)). Mestrado em Eng. Elétrica (COPPE/UFRJ). Pesquisador Sênior / Professor do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC). Atuação em Sistemas de Computação de Alto Desempenho, Cloud Computing, Aplicações Científicas e Médicas, Virtualização, Simulações, entre outros. Coordenador de diversos Projetos em Computação Científica, Clouds, e Multicores. Editor Associado da IEEE Transactions on Cloud Computing (TCC). Editor Convidado de edições especiais da Concurrency and Computation: Practice & Experience (1532-0626).



ANTONIO R. MURY | Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2002). Pós-doutorado no Laboratório Nacional de Computação Científica. Trabalhou no Desenvolvimento de Sistemas de Informação, Simulação, Análise de Desempenho de Sistemas, Computação Científica Distribuída e Comando e Controle. Bolsista do Projeto EUBrazil. Professor do Mestrado Profissional em Gestão de Sistemas de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis.

O PIONEIRISMO DO CURSO DE INFORMÁTICA BIOMÉDICA NA USP EM RIBEIRÃO PRETO

.....
por Alessandra Macedo, João Augusto Baranauskas e Evandro Ruiz

DESDE 2003, A USP MINISTRA em Ribeirão Preto o primeiro curso de graduação em Ciências da Computação Aplicada à Saúde no Brasil. Os estudantes têm aulas sobre biologia humana e saúde com os professores da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP) e estudam conceitos de Computação, Matemática e Estatística com os professores do Departamento de Computação e Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (DCM, FFCLRP-USP). Este ano, o curso de Informática Biomédica recebeu a sua 12ª turma de 40 estudantes, a partir do vestibular da FUVEST, para uma formação em tempo integral de 4 anos. Nesses 12 anos, o curso já formou 189 bacharéis, ou Informatas Biomédicos, como chamamos estes jovens talentos, que atendem à demanda crescente da indústria e da pesquisa por profissionais dedicados à informatização das áreas de Biociências.

O curso de Informática Biomédica nasceu de um incentivo financeiro do governo estadual paulista e do conjunto de trabalhos desenvolvidos por um grupo de pesquisadores em Computação Aplicada à Saúde da FFCLRP. Em 2001, o governo do Estado de São Paulo anunciou a aprovação de um repasse adicional de R\$50 milhões às três universidades públicas paulistas, USP, UNESP e UNICAMP, condicionado à expansão de vagas e a criação de novos cursos de graduação [1]. Estimulado pela direção da FFCLRP, o grupo de pesquisas ImagCom, liderado pelo Prof. Evandro E.S. Ruiz, apresentou um projeto para a criação de um novo curso de graduação que aliava as duas áreas do conhecimento, a Computação e a Saúde, num curso inicialmente chamado “Informática em Saúde”. Na época, a FFCLRP contava com um Departamento de Física e Matemática que era precursor no campus de Ribeirão Preto de aplicações da Física, Matemática e Computação na área de saúde.

Procurando a plena interdisciplinaridade, a FFCLRP convidou a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP) para que juntas elaborassem uma proposta integrada e realista para a Reitoria da USP. Nascia a proposta formal do curso que, na época, recebera outro nome provisório, “Informática Médica” [2]. Uma comissão especial de elaboração da proposta foi formada e trabalhou em duas grandes frentes: a primeira na elaboração do Projeto Político Pedagógico, que discorre sobre o perfil do graduado, os objetivos do curso e suas estratégias pedagógicas; além da estrutura curricular, que elenca as disciplinas, seu conteúdo, formas de aplicação, avaliação e bibliografia. A segunda frente promoveu palestras sobre o tema e recolheu propostas de pesquisadores nacionais e internacionais, que tra-

O curso de Informática Biomédica resgata a tradição das disciplinas propedêuticas nos primeiros 4 semestres.

balhavam na área de Computação aplicada à Saúde, e de associações profissionais, a exemplo da Sociedade Brasileira de Informática em Saúde.

O curso de Informática Biomédica capacita seus estudantes em três áreas de atuação: (1) Bioinformática com soluções para problemas relacionados a genomas, transcriptomas, proteomas, identificação de genes, etc; (2) Processamento de Imagens e Sinais para o apoio a decisão médica em sistemas que envolvem téc-

nicas como radiologia, tomografia e ressonância magnética, e; (3) Sistemas de Informação e Gestão em Saúde com aplicações relacionadas com a organização, o gerenciamento e a representação de dados clínicos.

Hoje o curso de Informática Biomédica não só atende aos requisitos das Diretrizes Curriculares da SBC para cursos na área de Computação como também capacita seus estudantes em disciplinas de formação básica da área de Biologia Humana. Para tanto, o curso de Informática Biomédica resgata a tradi-

A USP, com o curso de Informática Biomédica, foi pioneira em responder às necessidades por cursos de graduação interdisciplinares fundamentados em Ciências da Computação.

ção das disciplinas propedêuticas nos primeiros quatro semestres que são disciplinas fundamentais nas áreas de Matemática (Cálculo, Álgebra e Probabilidade), Computação (Programação de Computadores, Organização de Computadores e Estruturas de Dados), Biologia Humana (Biologia Celular, Genética, Anatomia, Fisiologia e Patologia) e Física. Na sequência temporal, seguem outras duas fases: Fase Intermediária direcionada à formação tecnológica em Computação (Engenharia de Software, Banco de Dados, Inteligência Artificial e Redes de Computadores) e em Sistemas de Informação em Saúde e, finalmente; Fase Aplicada, quando ocorre a participação do estudante em disciplinas obrigatórias e optativas vinculadas à sua opção de área mais a disciplina de Projeto de Graduação (estágio) ou de Trabalho de Conclusão de Curso.

Percebemos hoje que a USP, com o curso de Informática Biomédica, foi pioneira em responder, no início dos anos 2000, às necessidades por cursos de graduação interdisciplinares fundamentados em Ciências da Computação. Percebemos hoje a vanguarda da USP na busca desta interdisciplinaridade quando vemos cursos lançados posteriormente por importantes universidades norte-americanas, como, por exemplo, o curso de Biocomputação de Stanford e o curso de Computação e Artes da Yale University. A exemplo da Informática Biomédica em Ribeirão Preto, hoje, no Brasil, contamos com um curso homônimo na Universidade Federal do Paraná e esperamos que mais iniciativas interdisciplinares em Computação sejam repetidas e que respondam aos anseios da comunidade. ●

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] NASSA, T. . Governo de SP libera R\$ 67 milhões para expansão de vagas no ensino público superior. Informativo UNESP PROEX, Edição 12, julho de 2002.

[2] RUIZ, E.E.S.; ZAGO, M.A.; FELÍCIO, J.R.D.; MOREIRA, A.C.; BAFFA FILHO, O.. Informática Médica: a proposta de um novo curso de graduação para a Universidade de São Paulo. In: VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 2002, Natal, RN.



ALESSANDRA ALANIZ MACEDO | Possui mestrado e doutorado em Ciências da Computação pelo ICMC, USP. É professora do curso de Informática Biomédica da USP no DCM-FFCLRP, USP, desde 2004. Também é orientadora no programa de pós-graduação interunidades em Bioinformática e atual coordenadora da CE-CAS na SBC. Seus interesses em pesquisa são extração, processamento e relacionamento de informação em saúde.



JOSÉ AUGUSTO BARANAUSKAS | Tem graduação em Ciência da Computação pela USP. Mestre e Doutor pelo ICMC, USP. É pesquisador junto ao DCM-FFCLRP, USP. Tem experiência na área de Inteligência Artificial com ênfase em Aprendizado de Máquina aplicado às áreas biomédica e biológica, principalmente na aprendizagem de modelos inteligíveis aos humanos. É pesquisador do INCT ADAPTA junto ao INPA (2009-2015).



EVANDRO EDUARDO SERON RUIZ | É Professor Associado do DCM-FFCLRP, USP. Graduado em Ciência da Computação pelo ICMC, USP; Mestrado pela FEE-Unicamp e PhD pela University of Kent, UK. Tem interesse pela área de aplicações de processamento de língua natural em saúde.

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO HOSPITALARES: **PROGRESSOS E AVANÇOS**

.....
por Marco Antonio Gutierrez

COMPLETADA A PRIMEIRA DÉCADA do século 21 e, para a maioria dos pacientes, uma consulta médica ou uma internação hospitalar ainda é baseada em registros em papel contendo a sua história clínica. O paciente pode sair de uma consulta médica com uma prescrição manuscrita ou um relatório médico para um especialista. Tais registros em papel estão sujeitos a potenciais erros e ineficiências, que incluem, além da legibilidade, possíveis doses inapropriadas e interações medicamentosas.

Embora esse seja um cenário bastante conhecido, vários desses problemas podem ser minimizados com o uso da Tecnologia de Informação (TI). A utilização de TI tem o potencial de reduzir dramaticamente o número de falhas nos processos envolvidos na assistência do paciente, ocasionando a melhoria da qualidade dos serviços e a redução dos custos na assistência à Saúde (Hillestad et al., 2005).

As instituições hospitalares são ambientes complexos, compostos por um conjunto extenso de departamentos e unidades, os quais têm por objetivo comum o cuidado de pacientes graves. Como resultado dessa segmentação de atividades, os Sistemas de Informação Hospitalares (SIH) tipicamente constituem uma combinação de sistemas especializados e independentes, que se conectam e trocam informações sobre a assistência praticada ao paciente.

Esforços recentes têm procurado definir os SIH em termos do conjunto de funcionalidades contempladas. Um esquema amplamente aceito é dividir o conjunto de funcionalidades de um SIH em quatro categorias: 1) Documentação Clínica; 2) Resultados de Exames, incluindo textos, sinais e imagens; 3) Ordens Médicas, contemplando prescrição, evolução, pedidos de exames e cuidados; 4) Suporte à Decisão (Jha et al., 2009). De modo geral, os hospitais iniciam a implantação de um SIH com a disponibilização de resultados de exames, seguido da implantação das funcionalidades envolvendo ordens médicas, suporte à decisão e documentação clínica.

Não há no Brasil ainda estudo abrangente que descreva os progressos nessa área. Entretanto, uma pesquisa realizada nos Estados Unidos mostrou que nos hospitais do país há consenso de que o maior progresso até o momento envolve a disponibilização de resultados de exames em modo eletrônico, com 78% dos hospitais oferecendo resultados de exames laboratoriais e de imagens eletronicamente (Jha et al., 2009). As funcionalidades pertinentes à Documentação Clínica, tais como histórico, exame físico, queixas e antecedentes, são menos adotadas e estão disponíveis em apenas 12% dos hospitais (Jha et al., 2009).

Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos mostrou que nos hospitais do país há consenso de que o maior progresso até o momento envolve a disponibilização de resultados de exames em modo eletrônico.

Funcionalidades relativas às Ordens Médicas também sofrem de um baixo índice de adoção, sendo 20% para pedidos de exames e 17% para medicação (Jha et al., 2009). Ainda, segundo o mesmo estudo, quando os SIH em uso são classificados como básico sem documentação clínica, básico com documentação clínica e avançado, as taxas de implementação são 10.9%, 7.6% e 1.5%, respectivamente.

Por outro lado, existem estudos recentes que medem o impacto do uso de SIH na melhoria da assistência ao paciente. Por exemplo, existem evidências do impacto na adoção das fun-

cionalidades envolvendo ordens médicas, como a redução em até 55% nos erros na prescrição de medicamentos e a redução de 7% na frequência de eventos adversos (Bates et al., 1998). Outros estudos mostraram que, além da melhoria da qualidade da assistência e da redução de riscos ao paciente, a adoção de sistemas eletrônicos reduz a utilização de drogas e solicitações de exames, contribuindo para a melhoria da eficiência do fluxo de trabalho dos profissionais de Saúde (Kaushal et al., 2003; Teich et al., 2000). A aderência a protocolos padronizados, contemplada pelas funcionalidades envolvendo o Suporte à Deci-

são, também pode contribuir para o uso mais racional de medicamentos (Dexter et al., 2001; Kaushal et al., 2003; Shiffman et al., 1999). Apesar desses benefícios evidentes, poucos estudos conseguiram apontar uma relação direta entre a melhoria dos resultados do tratamento aos pacientes e a adoção de sistemas de apoio à decisão. Um estudo multicêntrico recente identificou uma associação entre hospitais com SIH avançados e o baixo índice de mortalidade e de custos (Amarasingham et al., 2009).

Um dos principais obstáculos na adoção de um SIH é o custo envolvido frente às demandas das instituições. Para 74% dos hospitais americanos, a falta de capital para investimento em TI foi a principal barreira para a implementação de um SIH (Jha et al., 2009). No Brasil, embora ainda sem um amplo levantamento, a situação não é muito diferente. Uma pesquisa sobre os investimentos e custos em TI nas empresas, realizada anualmente pela

Um dos principais obstáculos na adoção de um SIH é o custo envolvido frente às demandas das instituições.

Fundação Getulio Vargas (Meirelles, 2011) revela que os hospitais e clínicas gastam em torno de 3% do seu faturamento anual líquido, descontado os impostos, com TI. Ainda segundo a mesma pesquisa, o gasto médio com TI nas médias e grandes empresas é em torno de 6,7%. Além dos custos diretos com a aquisição de um SIH, e dos indiretos relacionados à infraestrutura necessária, que impõem uma forte limitação

frente às margens estreitas dos hospitais, as Instituições devem considerar outros recursos organizacionais envolvidos no processo de implantação, como eventuais customizações e redesenho dos processos de trabalho.

No contexto nacional, a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS), fundada em 1986, passou, a partir da metade da década de 90, a destinar parte do seu esforço para auxiliar desenvolvedores, usuários e o setor público em novos métodos e processos para a construção de melhores sistemas de infor-

Em 2002, a SBIS e o Conselho Federal de Medicina (CFM) firmaram um convênio para implantação de um processo de Certificação de Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde

mação em Saúde. O evento organizado pela SBIS “Prontuário Eletrônico do Paciente” (PEP 1997) foi um marco para a área, ocorrendo em anos ímpares, desde então. Juntamente com o Congresso Brasileiro de Informática em Saúde (CBIS), que ocorre nos anos pares, esses dois eventos reúnem os principais avanços em SIH no País. Em 2002 a SBIS e o Conselho Federal de Medicina (CFM) firmaram um Convênio para implantação de um processo de Certificação de Sistemas de Registro Eletrônico em Saúde, de modo a garantir a qualidade e segurança desses sistemas a partir de um rigoroso critério de análise baseado em padrões internacionais para os SIHs●

REFERÊNCIAS:

Amarasingham, R., Plantinga, L., Diener-West, M., Gaskin, D. J. e Powe, N. R. Clinical information technologies and inpatient outcomes: A multiple hospital study. *Archives of Internal Medicine*, 169(2), 108—114, 2009.

Bates, D. W., Leape, L., Cullen, D. J., Laird, N., Petersen, L. A., Teich, J. M., et al. Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *Journal of the American Medical Association*, 280(15), 1311—1316, 1998.

Dexter, P. R., Perkins, S., Overhage, J. M., Maharry, K., Kohler, R. B., & McDonald, C. J. A computerized reminder system to increase the use of preventive care for hospitalized patients. *New England Journal of Medicine*, 345(13), 965—970, 2001.

Hillestad, R., Bigelow, J., Bower, A., Girosi, F., Meili, R., Scoville, R., et al. Can electronic medical record systems transform health care? Potential health benefits, savings, and costs. *Health Affairs*, 24(5), 1103—1117, 2005.

Jha, A. K., DesRoches, C. M., Campbell, E. G., Donelan, K., Rao, S. R., Ferris, T. G., et al. Use of electronic health records in U.S. hospitals. *New England Journal of Medicine*, 360(16), 1628—1638, 2009.

Kaushal, R., Shojania, K. G., & Bates, D. W. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety: A systematic review. *Archives of Internal Medicine*, 163(12), 1409—1416, 2003.

Meirelles, F.S. Pesquisa Anual CIA, FGV-EAESP, 22ª edição, 2011.

Shiffman, R. N., Liaw, Y., Brandt, C. A., & Corb, G. J. Computer-based guideline implementation systems: A systematic review of functionality and effectiveness. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 6(2), 104—114, 1999.

Teich, J. M., Merchia, P. R., Schmiz, J. L., Kuperman, G. J., Spurr, C. D., & Bates, D. W. Effects of computerized physician order entry on prescribing practices. *Archives of Internal Medicine*, 160(18), 2741—2747, 2000.



Marco Antonio Gutierrez | Engenheiro Eletrônico (1985), Doutor em Engenharia Elétrica (1995) e Livre-docente em Informática em Saúde (2008). Diretor do Serviço de Informática e do Laboratório de Informática Médica do Instituto do Coração, é Professor Convidado da Universidade de São Paulo (desde 1988) e da Universidade Federal de São Paulo (desde 2001) e Presidente da Sociedade Brasileira de Informática em Saúde.

O WORKSHOP DE INFORMÁTICA MÉDICA E A ÁREA DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE NA SBC

.....
por Rosa Maria Moreira da Costa, Fátima L. S. Nunes,
Artur Ziviani e Alessandra Macedo.

O WORKSHOP DE INFORMÁTICA MÉDICA (WIM) FOI CRIADO EM 2001 COMO EXPRESSÃO DE ALGUNS PESQUISADORES QUE TRABALHAVAM COM ENGENHARIA DE SOFTWARE APLICADA À ÁREA DE SAÚDE. POR ESTE MOTIVO, EM SUAS PRIMEIRAS EDIÇÕES, O WIM FOI REALIZADO COMO EVENTO PARALELO A EVENTOS DA ÁREA DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, TAL COMO O SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE (SBES) E, POSTERIORMENTE, O SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE (SBQS).



WIM MANTEVE UM NÍVEL DE PARTICIPAÇÃO crescente, considerando a quantidade de trabalhos submetidos e publicados. Entretanto, com a expansão da utilização das novas tecnologias na área da saúde, os temas abordados no evento começaram a se diversificar, diminuindo sua adesão ao escopo dos eventos de Engenharia de Software e Qualidade de Software. Paralelamente, alguns participantes assíduos da conferência perceberam que o WIM era o fórum adequado para as discussões das pesquisas de computação aplicada à área de saúde. Este grupo propôs, então, a criação de uma Comissão Especial da SBC, associada a esta área. Após intensa discussão dos pesquisadores ativos no evento, foi enviada uma proposta à SBC e a Comissão Especial de Computação Aplicada à Saúde (CE-CAS) foi criada em julho de 2007. A CE-CAS tem como missão organizar, incentivar e disseminar as pesquisas de computação aplicada à área de saúde, junto às comunidades de computação e todas as especialidades que compõem a grande área da saúde, de forma a contribuir para o progresso da ciência e da sociedade. Após criada a CE-CAS, começaram-se as discussões para encontrar o espaço mais adequado para inserção do WIM, pois, como mencionado, as discussões e pesquisas há algum tempo extrapolavam o âmbito específico da Engenharia de Software. Como consequência dessas iniciativas, em 2008, o WIM foi realizado pela primeira vez como evento satélite do Congresso da SBC.

Os membros que formaram a primeira composição da CE-CAS (2007-2009) foram os pesquisadores que compuseram o Steering Committee do WIM 2007, mais o Coordenador de Programa do WIM 2008: Rosa Maria E. Moreira da Costa-UERJ (Coordenadora), Fátima L. S. Nunes - EACH-USP (Vice-coordenadora), Agma Juci Machado Traina-ICMC-USP, Artur Ziviani - LNCC, Lourdes Mattos Brasil - UCB, Márcia Ito - CEETEPS e Vera Maria Benjamim Werneck - UERJ. Na criação do primeiro regimento da CE-CAS foram elaboradas regras para a composição do seu Conselho, que associam os organizadores e os coordenadores de programa

do WIM às principais funções da comissão. A reunião plenária dos participantes da CE-CAS acontece anualmente durante o WIM. Na reunião plenária da CE-CAS, são escolhidos os organizadores dos eventos futuros, designando o Coordenador Geral e o Coordenador do Comitê de Programa, e são decididos possíveis atos da Comissão. Depois dessa primeira gestão, sucederam-se as seguintes gestões da CE-CAS: Gestão 2009-2011: Fátima L. S. Nunes-E-ACH-USP (Coordenadora), Artur Ziviani-LNCC (Vice-coordenador); Gestão 2011-2013: Artur Ziviani-LNCC (Coordenador), Alessandra Macedo-FFCLRP-USP (Vice-coordenadora); Gestão 2013-atual: Alessandra Macedo-FFCLRP-USP (Coordenadora), Márcia Ito-IBM Research Brazil (Vice-Coordenadora). Além das

É comum que os pesquisadores tenham a área de saúde como aplicação de seus métodos e técnicas, mas também atuem em outras áreas da computação.

coordenações citadas, durante essas quatro gestões da CE-CAS, o comitê gestor contou com a colaboração de diversos pesquisadores atuantes na área de computação aplicada à saúde: Agma Juci Machado Traina (ICMC-USP), Claudio Giulliano Alves da Costa (SBIS), Denise Guliato (UFU), Lourdes Mattos Brasil (UNB), Luciana Tricai Cavallini (UERJ/UFF), Marco Gutierrez (InCor-USP), Saulo Bortolon (UFES), Sergio Freire (UERJ) e Vera Werneck (UERJ).

Desde o seu início, a CE-CAS tem feito um esforço para divulgar a Computação em Saúde

como área de pesquisa e agregar pesquisadores da área. Como esperado, é comum que os pesquisadores tenham a área de saúde como aplicação de seus métodos e técnicas, mas também atuem em outras áreas da computação. Dessa forma, a CE-CAS e o WIM têm uma abrangência tipicamente inter e multidisciplinar. No que se refere à computação, são discutidos os mais diversos tópicos em software e hardware, desde técnicas de programação e análise de requisitos até projetos de redes e dispositivos para a área de saúde. Igualmente no que se refere à saúde, são apresentadas propostas de

solução para os mais diversos problemas, considerando desde os sistemas de auxílio ao diagnóstico até arquiteturas para possibilitar exames médicos a distância, acompanhamento de pacientes e compor diagnósticos colaborativos. Salienta-se que, como a saúde é um campo rico em conteúdo e em volume de dados armazenados, muitas técnicas computacionais inovadoras têm sido propostas para que problemas reais da área sejam solucionados. O WIM hoje se consolida como um importante evento nacional na área de computação aplicada à saúde, promovendo oportunidades de troca de experiências e atualização aos interessados e profissionais atuantes na área.

Uma importante e recente iniciativa da CE-CAS foi a criação da Escola Regional de Computação Aplicada a Saúde (ERCAS), apoiada pela SBC. As ERCAS buscam, como eventos complementares ao WIM, disseminar e difundir as metodologias e tecnologias de Computação Aplicada à área de Saúde, por meio de minicursos e painéis de discussão envolvendo participantes das diferentes comunidades científicas relacionadas às duas áreas do conhecimento, a Computação e a Saúde. As duas primeiras edições da ERCAS aconteceram no estado de São Paulo, especificamente na capital em 2013 e em Ribeirão Preto em 2014. Em 2015, acontecerá a terceira edição da escola, que deverá ser no Rio de Janeiro. Algumas outras iniciativas da CE-CAS no momento são (i) a finalização de um acordo de cooperação entre a CE-CAS e a Sociedade Brasileira de Informática em Saúde (SBIS) e (ii) a busca de crescimento da comunidade por meio da divulgação da CE-CAS e seus eventos na nova página na Internet (<http://dcm.ffclrp.usp.br/ce-cas>), em redes sociais como Facebook e em listas eletrônicas, e da adesão dos recém-doutores,

Uma importante e recente iniciativa da CE-CAS foi a criação da Escola Regional de Computação Aplicada a Saúde (ERCAS), apoiada pela SBC.

graduados em Informática Biomédica e áreas afins, à comunidade científica da área. ●



ROSA MARIA E. MOREIRA DA COSTA | Possui mestrado e doutorado em Eng. de Sistemas e Computação pela COPPE-UFRJ. É professora associada da UERJ. Atua na área de Informática aplicada à saúde desde 1998. Participou e publicou no I WIM e no II WIM entrou para o Comitê de Programa do evento, onde permanece até hoje. Participou da organização de algumas edições do evento. Foi a primeira coordenadora da CE-CAS.



FÁTIMA L. S. NUNES | Possui mestrado em Engenharia Elétrica, doutorado em Ciências (Física Computacional) e pós-doutorado em Engenharia Elétrica, respectivamente pela EESC-USP, IFSC-USP e EESC-USP. É professora-associada da EACH-USP. Atua na área de computação aplicada à saúde desde 1995, pesquisando temas relacionados a processamento de imagens, realidade virtual e recuperação de imagens por conteúdo. Participa do WIM desde sua terceira edição. Participou da organização de algumas edições do evento e faz parte do Comitê de Programa. Foi a segunda coordenadora da CE-CAS.



ARTUR ZIVIANI | Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela COPPE/UFRJ e doutorado em Ciência da Computação pela Université Paris VI, Sorbonne Universités, França. É Tecnologista Sênior no Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) do MCTI. É Vice-Coordenador do INCT em Medicina Assistida por Computação Científica (INCT-MACC-<http://macc.lncc.br>). Foi o terceiro coordenador da CE-CAS e auxiliou na organização da primeira ERCAS.



ALESSANDRA ALANIZ MACEDO | Possui mestrado e doutorado em Ciências da Computação pelo ICMC-USP. É professora do curso de Informática Biomédica da USP, campus Ribeirão Preto, orientadora no programa de pós-graduação interunidades em Bioinformática e atual coordenadora da CE-CAS. Publicou, participou e organizou alguns Workshops de Informática Médica. Também participou e ajudou na organização das ERCAS.

DA ATENÇÃO HOSPITALAR AO HOMECARE, CONECTANDO **SISTEMAS E DISPOSITIVOS** **PARA O CUIDADO** **CONTÍNUO DA SAÚDE**

.....
por Carsten Oliver Schirra

AS TENDÊNCIAS GLOBAIS DA ATUALIDADE resultam em demandas críticas por inovações tecnológicas que atendam às necessidades da população e melhorem o seu bem-estar. Na área da Saúde, os fatores amplamente reconhecidos são o envelhecimento da população, a necessidade de aumentar a capacitação dos consumidores e garantir estilos de vida sustentáveis. Nos mercados em desenvolvimento e emergentes, a acessibilidade, a redução dos custos e a eficiência dos tratamentos estão intimamente ligados.

Isso gera tanto oportunidades como desafios para as empresas que fornecem tecnologia para cuidados com a saúde, e a computação aplicada desempenha um papel fundamental na criação de inovações significativas.

A Informática e a Matemática aplicadas desempenharam — e continuam a desempenhar — um papel fundamental no processamento de sinais. No domínio do diagnóstico por imagem, por exemplo, poderosos equipamentos de imagem foram desenvolvidos, os quais produzem uma grande quantidade de dados brutos que precisam ser transformados em imagens. Estão acontecendo novos avanços na área de algoritmos de reconstrução de imagem, que atendem à necessidade de reconstrução rápida de imagens com a qualidade ideal em aplicações tradicionais e inovadoras das imagens.

A computação aplicada se estende muito além do campo do processamento de sinais em diagnóstico por imagem, à medida que os dados são gerados, administrados e processados em uma série contínua de cuidados com a saúde. No ambiente hospitalar, os sistemas de informação hospitalar (HIS, do inglês Hospital Information System) são usados para armazenar e fornecer informações relevantes e vitais sobre o paciente no ponto de atendimento, facilitar os pedidos de medicação em farmácias ou disponibilizar funcionalidades de gestão para a administração e os clientes do hospital.

A criação e o fluxo de dados se estendem para fora do ambiente hospitalar.

A Philips Healthcare Informatics Solutions and Services (HISS) oferece um HIS poderoso chamado TASY, desenvolvido na fábrica de softwares em Blumenau (SC), que integra uma ampla variedade de módulos clínicos e administrativos. Juntamente com o MultiMED, um sistema de informações radiológicas e laboratoriais, esse ecossistema é a espinha dorsal de um ambiente de fluxo de dados totalmente integrado, que também permite a conexão com equipamentos de imagem, dispositivos de medição, como o eletrocardiograma, ou monitores de pacientes.

Além disso, a criação e o fluxo de dados se estendem para fora do ambiente hospitalar, permitindo tratar pacientes idosos e crônicos em suas casas, capacitar e envolver seus familiares de forma a se tornarem parte do processo de tratamento.

Para conectar sistemas (e dispositivos) e trocar dados de saúde em toda a série contínua de cuidados com a saúde, do tratamento profissional até às soluções remotas de cuidados pessoais continuados, a Philips e a Salesforce lançaram uma plataforma de cuidados com a saúde baseada na nuvem, um ecossistema aberto de dispositivos móveis conectados e ativados por sensores. A plataforma integrará dados de cuidados profissionais com dados de cuidados pessoais, visando popularizar os cuidados de saúde por meio da tecnologia. Os pacientes terão ferramentas melhores para gerenciar proativamente sua saúde, obter o apoio de familiares ou amigos, se envolver com pessoas em condições semelhantes e se motivar a assumir o controle de sua saúde. A plataforma também proporcionará um ambiente de desenvolvimento onde terceiros poderão desenvolver seus próprios aplicativos, juntamente com aplicativos proprietários da Philips, com o objetivo de capturar e integrar as informações

do paciente – não apenas de dispositivos – independentemente da localização, fonte ou fornecedor, por meio de uma experiência de usuário em comum.

A variedade de novos aplicativos e de dados permite a criação de produtos e serviços totalmente inéditos. A Philips Research, organização de pesquisa corporativa que abriga mais de 1.500 cientistas em todo o mundo, está na vanguarda do pro-

A variedade de novos aplicativos e de dados permite a criação de produtos e serviços totalmente inéditos.

cesso de Pesquisa e Desenvolvimento para fornecer tecnologias inovadoras e significativas, adaptadas às necessidades locais. O escritório de inovação da Philips Research Brazil, aberto recentemente em São Paulo (SP), trabalha em estreita colaboração com o departamento de HISS local, os clientes locais e as instituições de pesquisa para aumentar o portfólio de pro-

ductos existente com soluções avançadas. Uma das muitas tecnologias de ponta que está sendo desenvolvida e integrada no contexto clínico é o processamento de linguagem natural. Juntamente com especialistas locais, os pesquisadores corporativos estão desenvolvendo a análise automatizada de observações do paciente para resumir as informações, objetivando reduzir a carga cognitiva dos clínicos ao capturar conhecimento relevante e relações semânticas ocultas nas narrativas clínicas.

A Philips Research também está liderando vários esforços para oferecer soluções de hospital para casa e de cuidado domiciliar que atendam às necessidades de uma sociedade que está envelhecendo. Um programa de pesquisa, com o objetivo de fornecer estilos de vida assistidos para idosos em Liverpool, no Reino Unido, atende às necessidades dos cidadãos com doenças crônicas, como insuficiência cardíaca crônica ou diabetes. Em um esforço conjunto com outros parceiros tecnológicos – profissionais de saúde locais, fornecedores e gestores de saúde –, a tecnologia de telessaúde está sendo desenvolvida para mo-

nitorar os sinais vitais, oferecer conteúdo educativo e realizar pesquisas individuais dos pacientes, permitindo que cidadãos idosos cuidem de si mesmos em suas doenças de longo prazo. Várias opções de exibição estão sendo utilizadas, de dispositivos móveis à TV, para exibir as interfaces dos pacientes e fornecer interfaces de usuário clínicas aos cuidadores, realizando avaliações de risco e facilitando a orquestração dos cuidados.

A Philips Research está envolvida, em especial, no desenvolvimento em longo prazo de grandes inovações. Um exemplo na área da saúde é a computação aplicada para oferecer acesso sob demanda, análise e comunicação de dados de sequência genômica. A ideia é desvendar o potencial das informações genômicas em um ambiente de nuvem seguro, fornecendo terapia personalizada para o câncer e medicina de precisão, de uma forma conectada, digital e em tempo real. Para isso, o perfil genético de cada paciente é analisado para selecionar a composição ideal do medicamento para o tratamento do câncer.

Na verdade, a Philips Healthcare e a Philips Research se esforçam para criar inovações significativas que tenham um impacto positivo na vida de milhões de pessoas em todo o mundo e que atendam às exigências específicas dos diferentes contextos de cuidados com a saúde em diferentes mercados. ●



CARSTEN OLIVER SCHIRRA | É gerente sênior de estratégia e desenvolvimento e coordenador da Philips Research Brazil, um centro de inovação que foi inaugurado em junho de 2014. Antes, trabalhou como cientista sênior na Philips Research da América do Norte, na área de formação de imagens para protótipos de tomografia computadorizada. Carsten recebeu seu título de Doutor em Engenharia Biomédica pelo King's College London, Reino Unido, em 2009.



AMPLIE SUAS CONEXÕES COM O CONHECIMENTO.

A **Association for Computing Machinery** é a maior sociedade educacional e científica do mundo na área da Computação, com mais de 100 mil membros em todo o planeta. Faça parte desse universo com vantagens exclusivas para os associados da **SBC**.

6 MESES GRÁTIS
DE ASSOCIAÇÃO À ACM*

DESCONTOS NAS
ANUIDADES SBC E ACM**

Faça sua inscrição diferenciada em
[www.acm.org/membership/
SBC_application](http://www.acm.org/membership/SBC_application)

PROGRAMA
ACM
DISTINGUISHED
SPEAKERS
PARA O BRASIL

Para conhecer os tópicos
e os palestrantes, acesse
dsp.acm.org/

STUDENTS E
PROFESSIONAL
CHAPTERS ACM/SBC

Participe de grupos especiais
de desenvolvimento, por região
ou por área de interesse.
Em breve!

acm

Association for
Computing Machinery

Sociedade Brasileira
de Computação

