

FUNCAP

DETALHAMENTO DO PROJETO

Edital FUNCAP – PRONEM 09/2010

1. Identificação da Proposta

Nome do proponente:	Jose Antonio Fernandes de Macedo
Título do Projeto:	Plataforma para Integração de Dados de Sistemas da Saúde Pública em Ambiente de Computação em Nuvens
Instituição do proponente:	Universidade Federal do Ceara
Duração:	36 meses

2. Motivação

O tema de “governança” (governance) vem sendo constantemente abordado pela literatura, e tem apontado novas tendências de administração pública e de gestão de políticas públicas. Especificamente, essas novas tendências visam mobilizar todo o conhecimento disponível na sociedade em benefício da melhoria do desempenho administrativo e da democratização dos processos decisórios locais. A governança urbana visa promover a participação da sociedade civil, junto às organizações públicas, no processo de melhoria da qualidade de vida nas grandes cidades (PUTNAM, 2001; SCHERER-WARREN, 1999; CASTELLS, 1999). O conceito de governança vem sendo amplamente utilizado por organismos internacionais tais como: o Banco Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Tais organismos têm fomentado o desenvolvimento de projetos voltados para a prática da governança em países em desenvolvimento, objetivando a participação de todos os segmentos da sociedade na gestão pública. Isso exige um governo aberto, transparente, com canais de participação; exige parcerias consistentes com outras instituições públicas e com o setor privado; e uma permanente e virtuosa integração do governo com o cidadão. Sempre respeitando o modo de conduta ética, para servir de exemplo, motivar a própria administração e encorajar os membros da sociedade civil a participar no processo de desenvolvimento social.

Um dos pilares para o estabelecimento da governança é adotar a tecnologia da informação como mecanismo para permitir a publicação e a distribuição da informação a todos os segmentos da sociedade. A governança eletrônica ou e-governança (e-gov) pode ser entendida como a aplicação dos recursos da TI na gestão pública e política das organizações. Os termos “governança e democracia eletrônica” têm foco no uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) aplicadas às atividades e às ações de governo, sejam de governo para governo ou, em especial, de governo para com a sociedade e seus cidadãos.

Fatores econômicos têm levado ao aumento da infraestrutura e das instalações de fornecimento de computação como um serviço, conhecido como *cloud computing* ou computação em nuvem, onde empresas e indivíduos podem alugar capacidade de computação e armazenamento, em vez de fazer os grandes investimentos de capital necessários para a construção e o provisionamento de instalação de computação em larga escala. Estes serviços são tipicamente hospedados em centros de dados, utilizando hardware compartilhado para o processamento e armazenamento. Certamente, a computação em nuvem surge como uma resposta adequada às necessidades da manipulação de grandes volumes de dados que precisam ser processados, integrados e disponibilizados para usuários e aplicações. Desta forma, computação em nuvem é o candidato ideal para dar suporte ao desenvolvimento de aplicações para governo eletrônico.

Promover a governança eletrônica tem como agenda principal fornecer uma visão transparente aos cidadãos das informações geradas e gerenciadas pelos órgãos públicos. Desta forma, o primeiro passo nesta direção é prover métodos e técnicas para publicar e integrar as diferentes fontes de dados desses órgãos de forma a prover uma visão única para seus usuários.

Neste projeto adotaremos como prova de conceito um sistema inteligente de governança para tomada de decisão em Saúde, orientada ao conceito —context aware, no nível de um sistema municipal de 56.000 habitantes do estado do Ceará, fazendo uso da TV Digital interativa e tendo como infra-estrutura de comunicação o projeto Cinturão Digital. Esta prova de conceito é de suma importância visto que os problemas relacionados com a gestão da Informação em Saúde no Brasil abrangem a ausência de interoperabilidade dos sistemas de informação, o retardo entre a coleta, a estocagem, o processamento, a análise e a tomada de decisão, a baixa confiabilidade dos dados coletados, dentre outros. Tais problemas repercutem na elevação de custos e no fraco desempenho do sistema de saúde.

Dentre os problemas de gestão da informação em Saúde é notória a dificuldade de grande parte dos gestores na tomada de decisão nas três esferas de governo. Essa dificuldade se deve a vários fatores, dos quais se destacam: o baixo nível de cobertura das informações; o retardo entre os eventos de coleta e análise das informações; e a baixa confiabilidade dessas informações. Uma das principais causas para tais problemas é a fragmentação dos serviços de saúde, causada pela descentralização praticada de forma centralizada, ainda que por vias oblíquas, como as transferências condicionadas de recursos. A Organização Pan-Americana de Saúde pontua várias dessas causas, com destaque para a especialização dos sistemas (essa de raízes históricas), de acordo com segmentos sociais, gerando segregação social e estratificação incompatíveis com o direito universal à saúde. Essa fragmentação aumenta as dificuldades da autoridade sanitária em manter a integração do sistema, com danos para a sua governança que se dissocia e se pulveriza.

Vários estudos vêm destacando e apresentando propostas sobre a importância das redes de saúde e de sua integração sistêmica, uma vez que nenhum ente ou organização consegue isoladamente garantir a integralidade da atenção à saúde, em razão da interdependência existente entre todos os entes e órgãos, ainda que autônomos entre si.

Acreditamos fortemente que a aplicação de técnicas e métodos de integração de dados aliados à infraestrutura de computação em nuvens podem trazer grandes benefícios à

integração sistêmica para as diversas aplicações do domínio de governança eletrônica. Além disso, uma solução baseada em ambiente em nuvem fornecerá a escalabilidade e a elasticidade necessárias para tais sistemas que exigem grandes demandas de acesso sobre um volume muito grande de dados.

Além das áreas de pesquisa relacionadas aos temas de integração de dados e de computação em nuvens, duas outras áreas de pesquisa são igualmente importantes no sentido de viabilizar a gestão de conhecimento e a interpretação das informações integradas, funções fundamentais para suporte à tomada de decisão. Essas duas áreas são: visualização analítica e lógica de descrição. A primeira é necessária para fornecer técnicas para visualização de dados de forma analítica, visto que o volume de dados a ser integrado é muito grande e complexo. A área de lógica de descrição deve dar suporte à verificação da consistência do conhecimento gerado, dirimindo possíveis contradições envolvendo informações advindas de fontes diferentes e heterogêneas.

2. Caracterização da Proposta

O principal objetivo deste projeto é prover uma plataforma de software que permitirá a publicação e a integração de dados abertos relacionados com a saúde pública em um ambiente de computação em nuvens. Essa plataforma será composta por diversos serviços que proverão as funcionalidades necessárias para descrever, publicar, descobrir, e integrar dados de forma aberta. Entende-se por dados abertos aqueles que possuirão sua descrição definida através de um vocabulário comum especificado através de uma ontologia de domínio.

A figura abaixo provê uma visão geral desta proposta apresentando seus principais componentes e uma breve descrição dos seus relacionamentos. O componente principal da nossa proposta é o framework LARISSA. O projeto LARISSA nasceu do grupo de pesquisadores do Laboratório de Redes Integradas e Inteligentes de Sistemas de Saúde – LARIISA que, por sua vez, foi criado a partir da experiência em dois estágios pós-doutorais: LARA (Laboratório de Redes de Inteligência Artificial), projeto do estágio pós-doutoral do Dr. Mauro Oliveira na Universidade de Ottawa e RIISO (Redes Inteligentes e Integradas de Saúde e sua Organização), proposta evoluída do estágio pós-doutoral do Dr. Odorico Andrade na Universidade de Montreal, baseada na integração dos cinco domínios de modelo de inteligência de governança. Existe uma forte interface entre os esforços acadêmicos LARA e RIISO, na medida em que o trabalho do Dr. Odorico Andrade pode ser uma excelente aplicação para o Projeto Cinturão Digital ora em implantação no estado do Ceará (<http://www.etice.ce.gov.br/categoria1/cinturao>). O LARIISA foi arquitetado como resultado da sinergia entre os projetos LARA e RIISO. LARIISA objetiva a pesquisa e o desenvolvimento de uma plataforma capaz de fornecer inteligências de governança na tomada de decisão na saúde a partir de informações coletadas/enviadas prioritariamente nas residências, em todo o estado do Ceará, tratadas por mecanismos eficientes de gestão do conhecimento.

Caracterizada pela informação em tempo real e sistemas de inferência baseados em um modelo de ontologias, a plataforma será orientada a contexto, o que confere às aplicações maior adaptabilidade na tomada de decisão à realidade em questão, no caso a rede assistencial de saúde. A rede assistencial de saúde atual se divide em cinco áreas: 1. Rede de Atenção Primária (também denominada de Saúde da Família); 2. Rede de

Atenção Ambulatorial Especializada; 3. Rede Hospitalar; 4. Urgência e Emergência; 5. Saúde Mental. O LARIISA é muito amplo, pois integra os cinco domínios em toda a rede assistencial de saúde. Este projeto, em particular, contempla a plataforma orientada a contexto do projeto LARIISA, assim como aplicações na área de saúde, voltadas para a Rede de Atenção Básica, mais especificamente a área de saúde materno-infantil.

O framework LARIISA terá um papel muito importante no que tange a relação entre a coleta e o tratamento de informações relacionadas à saúde, utilizando a infraestrutura de comunicação do cinturão digital. O LARIISA será usado como plataforma de software contendo diversos serviços orientados à publicação de dados abertos, o que permitirá sua futura integração com dados advindos de outras fontes de dados. Um segundo objetivo desta plataforma é permitir a construção de aplicações *mashup*, as quais poderão fazer uso de outros serviços providos pela plataforma, em particular serviços que permitirão a integração de dados de fontes diferentes. Adicionalmente, existirão serviços orientados à visualização de dados e suporte à decisão.



De acordo com a caracterização da proposta apresentada anteriormente, este projeto endereça os seguintes problemas (divididos por área de pesquisa):

Banco de Dados

P_BD1. Qual é o impacto do uso da computação em nuvens no processo de integração de dados. Integrar dados em ambiente em nuvem traz inúmeras oportunidades e desafios, entender tais questões é muito importante para formular a solução adequada.

P_BD2. Especificação de um processo para publicar dados governamentais abertos através do framework Linked Data da W3C. Particularmente, detalharemos este processo para o caso do sistema de informação da saúde pública;

P_BD3. Definição dos requisitos para serviços para publicação e integração de dados governamentais abertos em ambiente de nuvem. Neste problema, analisaremos os requisitos das aplicações a serem desenvolvidas em ambiente de nuvem, buscando identificar quais serviços de integração necessários para suportar tais aplicações. Além disso, investigaremos como serviços de publicação devem ser orquestrados para suportar o processo tratado no problema P_BD1;

Computação em Nuvem

P_CN1. Especificação de uma arquitetura de aplicações ou de serviços em nuvens para publicação e integração dos dados governamentais. Esta problema deverá tratar o nível do serviço em que aplicações serão disponibilizadas pelas nuvens e a interface deste nível com o nível do serviço de armazenamento dos dados.

P_CN2. Os bancos de dados das aplicações governamentais devem ser mapeados para o modelo de dados suportado pela infraestrutura de nuvens. O mapeamento deve levar em consideração heterogeneidade dos modelos de dados das fontes existentes. Este problema deverá definir também o modelo de envio dos dados para as nuvens.

P_CN3. A publicação de dados governamentais, particularmente os dados relativos à área de saúde, deve seguir um protocolo de segurança e controle de acesso. A definição desse protocolo deve considerar a divulgação de dados segundo os parâmetros da ética na saúde. Este problema deverá definir o modelo de segurança dos dados enviados para as nuvens e os protocolos de verificação de direito de acesso às informações.

P_CN4. A bilhetagem de uso dos recursos das nuvens depende diretamente da necessidade e da alocação desses recursos, portanto é fundamental compreender os requisitos de processamento e de volume de dados para orçar o uso da nuvem. O contrato de prestação de serviço é igualmente definido por esses requisitos para que a publicação dos dados tenha um nível de disponibilidade esperado. Os requisitos de processamento e de armazenamento devem ser construídos a partir do volume de dados existentes e da necessidade de disponibilidade dos serviços de publicação.

Computação Gráfica

P_CG1. Discutir e compreender que impacto o uso da visualização de dados em computação em nuvens causa na melhoria do entendimento da informação, partindo-se da premissa que visualização de dados ajuda a amplificar o processo cognitivo dos usuários, auxiliando-os em tomadas de decisão e definição mais abalizada de políticas públicas.

P_CG2. Investigação de técnicas adequadas à visualização de dados, adaptada aos mais variados contextos das aplicações de computação em nuvens, particularmente aquelas associadas ao sistema de informação da saúde pública.

P_CG3. Definição dos requisitos necessários à visualização dos dados governamentais abertos publicados e integrados em ambiente de nuvem. Neste problema, analisaremos os requisitos das aplicações a serem desenvolvidas em ambiente de nuvem, buscando identificar os contextos de visualização mais adequados.

Lógica

A opção deste subprojeto é propor a utilização da lógica para raciocinar sobre ontologias oriundas da integração de dados obtidos de um ambiente de computação em nuvem. Como estes dados são, em geral, imprecisos, incompletos e possivelmente contraditórios, propomos lógicas descritivas que sejam não-monotônicas, difusas e/ou paraconsistentes sem, no entanto, perder a tratabilidade computacional. A seguir, detalharemos nossas propostas:

P_L1 Lógica Descritiva Default: A partir da lógica descritiva básica com negação irrestrita sobre conceitos, a ALC (Attributive Language with Complement) [BCMNS2003], definiremos uma nova lógica descritiva, a Lógica Descritiva Default, a qual é capaz de tratar com conhecimento incompleto advindo de regras defaults. A Lógica Descritiva Default será um fragmento da lógica Default do Reiter [Rei1980], mas com a importante propriedade de ser tratável. Definiremos, também, o que chamamos de “anti-tableaux”, um sistema dedutivo pelo método dos tableaux que será usado para provar que uma determinada fórmula não é derivável de um conjunto de fórmulas. Este sistema será útil para testar a aplicabilidade de um default em uma extensão (teoria) da Lógica Descritiva Default.

P_L2 Lógicas Descritivas e Revisão/Atualização de Crenças: Um dos desafios em se construir um padrão lógico de estruturação para a informação em um ambiente não estruturado, disforme e com múltiplas fontes de informação como é a Web, é a necessidade de uma constante atualização da informação e estruturação, este fenômeno é conhecido na área como Evolução de Ontologias, e é sem dúvida o maior desafio a ser abordado pelas lógicas descritivas.

Novamente este problema não é novo e já foi abordado em Inteligência Artificial sob a denominação de revisão e/ou atualização de crença. O modelo mais conhecido de revisão de crenças em Inteligência Artificial é o modelo AGM, iniciais de seus criadores Alchourron, Gardenfors e Makinson, [AGM1985]. Entretanto, para executar processos de revisão de bases nessas lógicas, esse modelo não pode ser diretamente aplicado, conforme mostrado em [FPA 2005]. Para a Web Semântica o modelo de atualização de crenças [KM1991] é mais apropriado. Objetivamos, então, construir um modelo de evolução de ontologias em Lógica Descritiva.

P_L3 Lógicas Descritivas Difusas e Rough Sets: Lógicas difusas e lógicas rough são formalismos complementares para tratar a noção de imprecisão [BS2009]. Nesse sentido, algumas tentativas têm sido feitas visando promover uma integração entre esses formalismos através de conjuntos rough difusos [DP1990,RK2002]. Isso trará benefícios em vários domínios de aplicação. Em e-gov, por exemplo, será possível combinar

conceitos rough como “irregularidade potencial” (uma possível irregularidade detectada nas contas públicas) com conceitos difusos tais como “alto valor”.

Em [DAGS2007], os autores apresentam uma ontologia difusa rough, mas sem apresentar detalhes formais no tocante à lógica subjacente. Já em [JWPR2010] é considerada uma lógica pouco expressiva. Nenhum desses trabalhos lida com outras formas de incerteza. Dada essa motivação e tendo as lógicas descritivas como pano de fundo, nós iremos explorar as diferentes abordagens sobre lógicas difusas e lógicas rough e buscar meios de integrá-las juntamente com outros formalismos para raciocínio incerto; nomeadamente, os baseados em raciocínio não-monotônico e paraconsistente.

P_L4 Expressividade e Complexidade de Lógicas Descritivas: As primeiras lógicas descritivas foram definidas como fragmentos (subconjuntos) da linguagem da lógica clássica de primeira-ordem (FOL, da sigla em inglês). Esta foi uma simplificação necessária, pois o conjunto de teoremas da lógica clássica de primeira ordem é indecidível, no sentido que não há um procedimento que discrimine as fórmulas que são teoremas das que não são.

Encontrar fragmentos ao mesmo tempo decidíveis e com expressividade suficiente foi o desafio encontrado pelos pioneiros da área. Há inúmeros destes fragmentos e investigar que parâmetros devem ser analisados na linguagem de primeira-ordem de forma que possamos aumentar a expressividade mantendo a baixa complexidade [Pap1994, BGG1997] é de extrema relevância.

Este é outro dos eixos de pesquisa de nosso projeto, notando ainda que o nosso problema é complicado por lidarmos com fragmentos de lógicas mais ricos e complexos do que a lógica clássica, que são as lógicas não monotônicas e paraconsistentes.

3. Fundamentação Teórica do Problema a ser abordado

Banco de Dados

Os Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs) são sistemas capazes de manipular um grande volume de dados com características de confiabilidade e eficiência. Esses estão presentes em todas as aplicações que necessitam gerenciar dados com estas características. O modelo de dados relacional, utilizado pelos SGBD Relacionais, usa tabelas e relacionamentos para representar e estruturar os dados. Os SGBDs Relacionais são os mais utilizados pela maioria das aplicações que gerenciam dados

SGBDs em nuvem estão começando a ser utilizados e têm o potencial de atrair clientes de diversos setores do mercado, desde pequenas empresas com o objetivo de reduzir o custo total, por meio da utilização de infraestrutura e sistemas de terceiros, até grandes empresas que buscam soluções que para gerenciar milhares de máquinas e permitir o atendimento de um aumento inesperado de tráfego [Abadi 2009].

A infraestrutura de SGBDs em nuvem possui várias vantagens para os usuários: (i) previsibilidade e custos mais baixos, proporcional à qualidade do serviço (QoS) e cargas de trabalho reais, (ii) complexidade técnica reduzida, graças a *interfaces* de acesso unificado e a delegação de *tuning* e administração de SGBDs e (iii) a elasticidade e escalabilidade, proporcionando a percepção de recursos quase infinitos. Por outro lado, o

provedor tem que garantir (i) a ilusão de recursos infinitos, sob cargas de trabalho dinâmicas e (ii) minimizar os custos operacionais associados a cada usuário [Curino et al. 2010].

Diversos sistemas e arquiteturas estão sendo desenvolvidos para suprir as novas demandas de aplicações com diferentes requisitos de processamento e armazenamento [Abouzeid et al. 2009]. Estes novos sistemas tentam fornecer uma visão de armazenamento e escalabilidade infinitos, mas tem que tratar o problema de provisionar recursos. Este problema, que em SGBDs tradicionais consiste em determinar quais recursos são alocados para um único banco de dados, no ambiente em nuvem torna-se um problema de otimização, onde se tem uma grande quantidade de usuários, múltiplos SGBDs em nuvem e grandes centros de dados. Isso fornece uma oportunidade sem precedentes para explorar a economia em escala, balanceamento dinâmico de carga e gerenciamento de energia.

Esse aumento no número de abordagens disponíveis de SGBDs em nuvem agrava o problema da escolha, implantação e soluções de administração para a gestão de dados. Com isso, os SGBDs em nuvem estão sendo disponibilizados como serviços, que encapsulam a complexidade do gerenciamento por meio de formas de acesso simples e garantias de acordos de nível de serviço (SLAs).

Computação em Nuvem

A computação em nuvem está se tornando uma das palavras chaves da indústria de TI. A nuvem é uma metáfora para a Internet ou infraestrutura de comunicação entre os componentes arquiteturais, baseada em uma abstração que oculta à complexidade de infraestrutura. Cada parte desta infraestrutura é provida como um serviço e, estes são normalmente alocados em centros de dados, utilizando hardware compartilhado para computação e armazenamento.

A infraestrutura do ambiente de computação em nuvem normalmente é composta por um grande número, centenas ou milhares de nós físicos de baixo custo, conectadas por meio de uma rede. Cada máquina física tem as mesmas configurações de software, mas pode ter variação na capacidade de hardware em termos de CPU, memória e armazenamento em disco. Dentro de cada máquina física existe um número variável de máquinas virtuais (VM) ou nós virtuais em execução, de acordo com a capacidade do hardware disponível na máquina física. As principais características da computação em nuvem são (Mell and Grance 2009):

- *Self-service sob demanda:* O usuário pode adquirir unilateralmente recurso computacional, como tempo de processamento no servidor ou armazenamento na rede, na medida em que necessite e sem precisar de interação humana com os provedores de cada serviço.
- *Ampla acesso:* Recursos são disponibilizados por meio da rede e acessados através de mecanismos padronizados que possibilitam o uso por plataformas do tipo thin, tais como celulares, laptops e PDAs.

- *Pooling de recursos*: Os recursos computacionais do provedor são organizados em um pool para servir múltiplos usuários usando um modelo multi-inquilino, com diferentes recursos físicos e virtuais, dinamicamente atribuídos e ajustados de acordo com a demanda dos usuários. Estes usuários não precisam ter conhecimento da localização física dos recursos computacionais, podendo somente especificar a localização em um nível mais alto de abstração, tais como o país, estado ou centro de dados.
- *Elasticidade rápida*: Recursos podem ser adquiridos de forma rápida e elástica, em alguns casos automaticamente, caso haja a necessidade de escalar com o aumento da demanda, e liberados, na retração dessa demanda. Para os usuários, os recursos disponíveis para uso parecem ser ilimitados e podem ser adquiridos em qualquer quantidade e a qualquer momento.
- *Serviço medido*: Sistemas em nuvem automaticamente controlam e otimizam o uso de recursos por meio de uma capacidade de medição. A automação é realizada em algum nível de abstração apropriado para o tipo de serviço, tais como armazenamento, processamento, largura de banda e contas de usuário ativas. O uso de recursos pode ser monitorado e controlado, possibilitando transparência para o provedor e o usuário do serviço utilizado.

O ambiente de computação em nuvem é composto de três modelos de serviços, que definem um padrão arquitetural para soluções de computação em nuvem.

- *Software como um Serviço(SaaS)*: O modelo de SaaS proporciona sistemas de software com propósitos específicos, que são disponibilizados para os usuários por meio da Internet e acessíveis a partir de vários dispositivos por meio de uma interface thin client como um navegador Web. No SaaS, o usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente, incluindo rede, servidores, sistema operacional, armazenamento, ou mesmo as características individuais da aplicação, exceto configurações específicas. Como exemplos de SaaS podemos destacar os serviços de Customer Relationship Management (CRM) da Salesforce e o Google Docs.
- *Plataforma como um Serviço (PaaS)*: O modelo de PaaS fornece sistema operacional, linguagens de programação e ambientes de desenvolvimento para as aplicações, auxiliando a implementação de sistemas de software. Assim como no SaaS, o usuário não administra ou controla a infraestrutura subjacente, mas tem controle sobre as aplicações implantadas e, possivelmente, as configurações de aplicações hospedadas nesta infraestrutura. Google App Engine e Microsoft Azure são exemplos de PaaS.
- *Infra-estrutura como um Serviço (IaaS)*: A IaaS torna mais fácil e acessível o fornecimento de recursos, tais como servidores, rede, armazenamento e outros recursos de computação fundamentais para construir um ambiente de aplicação sob demanda, que podem incluir sistemas operacionais e aplicativos. Em geral, o usuário não administra ou controla a infraestrutura da nuvem, mas tem controle sobre os sistemas operacionais, armazenamento, aplicativos implantados e,

eventualmente, seleciona componentes de rede, tais como firewalls. O Amazon Elastic Cloud Computing (EC2) e o Eucalyptus são exemplos de IaaS.

Quanto ao acesso e à disponibilidade, há diferentes tipos de modelos de implantação para os ambientes de computação em nuvem. A restrição ou abertura de acesso depende do processo de negócios, do tipo de informação e do nível de visão desejado.

- *Nuvem privada*: a infraestrutura de nuvem é utilizada exclusivamente por uma organização, sendo esta nuvem local ou remota e administrada pela própria empresa ou por terceiros.
- *Nuvem pública*: a infraestrutura de nuvem é disponibilizada para o público em geral, sendo acessado por qualquer usuário que conheça a localização do serviço.
- *Nuvem comunidade*: fornece uma infraestrutura compartilhada por uma comunidade de organizações com interesses em comum.
- *Nuvem híbrida*: a infraestrutura é uma composição de duas ou mais nuvens, que podem ser do tipo privada, pública ou comunidade e que continuam a ser entidades únicas, mas conectadas por meio de tecnologia proprietária ou padronizada que permite a portabilidade de dados e aplicações.

Computação Gráfica

Visualização pode ser definida como o uso de representações visuais de dados assistida por computador, interativa e dinâmica, com o objetivo de aumentar o processo cognitivo acerca desses dados, gerando informação. A visualização pressupõe o auxílio ao usuário efetuar descobertas de significado a partir dos dados processados; tomar decisões e permitir explicar os fenômenos representados pelo conjunto de dados.

Uma das maneiras mais tradicionais de visualizar dados é organizá-los na forma de gráficos, em que os dados são conectados por linhas para indicar tendências ou permitir a identificação de máximos e mínimos. Essa forma tradicional ainda é válida e tem sido usada com sucesso em inúmeras aplicações. Valores estatísticos e representações relativas ou percentuais podem ser representados na forma de gráficos de "pizza". Os atributos das representações gráficas podem ser manipulados interativamente pelo usuário para facilitar sua compreensão. Gráficos dinâmicos ou animados referem-se à mudança suave das visões de dados espaço-temporais em função do tempo.

Visualização assistida por computador tem sido uma área de pesquisa bastante ativa desde o início dos anos 60, quando hardware e software foram desenvolvidos para criar gráficos. Grandes avanços incluem: Análise de Dados Exploratórios, a linguagem estatística S que evoluiu em um motor gráfico estatístico, o sistema XGobi para traçado de gráficos interativos e dinâmicos, o

sistema XGvis para visualização de dados multidimensionais e definição de layouts gráficos.

Atualmente, existem várias novas metodologias de visualização de dados que incluem: métodos para visualização de grandes conjuntos de dados, matrizes de cores, visualização qualitativa e baseada em modelos. A visualização também foi estudada do ponto de vista teórico incorporando estudos sobre: interfaces gráficas, taxonomia de tarefas gráficas, percepção visual, aspectos conceituais e estéticos das representações gráficas, e formulações gramaticais para descrição de representações gráficas. Recentemente, os estudos sobre visualização incorporaram novas tecnologias avançadas como a Realidade Virtual, a Realidade Aumentada e as formas de representação de dados tensoriais.

Lógica

Neste projeto serão geradas ontologias a partir de um ambiente de Computação em Nuvem. Estas ontologias estarão dispostas na Web semântica. A Web semântica [BF1999] é uma extensão da Web atual que permitirá aos computadores e humanos trabalharem em cooperação. A Web semântica interliga significados de palavras e tem como finalidade conseguir atribuir um significado (sentido) aos conteúdos publicados na Internet de modo que seja perceptível tanto pelos humanos como pelos computadores. Assim, computadores serão capazes de fazer buscas, processamentos, integrações e apresentações dos conteúdos da internet de uma maneira mais eficaz.

Um dos objetivos da Web semântica é o desenvolvimento de tecnologias e linguagens que tornem a informação legível para as máquinas de modo a permitir o processo de automação do raciocínio disponível na Web. Para alcançar tal objetivo é preciso construir um modelo tecnológico voltado para a partilha global de conhecimento assistido por máquinas.

Com respeito ao uso das lógicas descritivas para a representação das ontologias empregadas na Web Semântica, as abordagens mais comuns são predominantemente baseadas em sistemas de raciocínio clássico. Estes sistemas caracterizam-se por serem monotônicos e assumirem explícita ou implicitamente o princípio ex contradictione quodlibet (ECQL), segundo o qual qualquer coisa é consequência lógica de premissas contraditórias. Eles também não são capazes de representar semanticamente noções que envolvem informações vagas ou imprecisas como “rápido”, “escuro”, “bom”, “pequeno”, “muito”. Ocorre que a Web caracteriza-se por ser um ambiente colaborativo, descentralizado, incompleto e sujeito a constantes mudanças [MHL2008]. Assim sendo, além de eficientes e expressivas, as lógicas para lidar com essas ontologias devem ser tolerantes a informações imprecisas e contraditórias.

As lógicas descritivas [BCMNS2003] foram introduzidas em Computação (Web Semântica) no intuito de oferecer alternativas computacionalmente tratáveis, mesmo a custo de redução do poder expressivo, aos sistemas lógicos matemáticos tradicionais. Por outro lado, as lógicas não monotônicas [Bob1980], difusas [Zad1965,Zad1968] e paraconsistentes [Cos1974] foram introduzidas para representar conhecimento e executar inferências racionais em contextos marcados pela falta de informação. Essas lógicas são caracterizadas pelo fato de que inferências obtidas de evidências parciais poderiam ser contraditórias com novas informações adquiridas. Paraconsistência é a propriedade de uma lógica não perder a discriminação inferencial diante de contradições, ou seja, lógicas em que o princípio ECQL acima não se verifica.

Outra maneira de lidar com conhecimento impreciso e vago é através da teoria de rough set [Paw1982]. Por proporcionar uma abordagem qualitativa, os rough sets não introduzem a noção de grau de pertinência como nas lógicas difusas. Em contrapartida, o conceito de vago são aproximados mediante um par de conjuntos clássicos, representando uma aproximação superior e uma inferior de um determinado conjunto. Dessa forma, rough sets são úteis quando não é possível quantificar a função de pertinência de um conceito vago.

A opção deste subprojeto é propor lógicas descritivas que sejam não-monotônicas, difusas e/ou paraconsistentes sem, no entanto, perder a tratabilidade computacional para lidar com ontologias geradas a partir de um ambiente de Computação em Nuvem.

3. Justificativa da Proposta

Esta proposta impactará em diferentes domínios conforme apresentado abaixo:

Impacto Científico:

1. Formação de recursos humanos, teses, publicações e comunicações em congressos, citações, entre outros.
2. Participação e publicação de artigos em congressos
3. Submissão de artigos para revistas indexadas
4. Participação de alunos de graduação em atividades de iniciação científica
5. Formação de recursos humanos com dissertações e teses
6. Intensificação de cooperação entre instituições para gerar soluções inovadoras

Impacto Tecnológico:

1. Desenvolvimento de produtos ou processos, obtenção de patentes, entre outros.
2. Integração de conceitos de técnicas de ontologias para tomadas de decisões na área de saúde
3. Desenvolvimento de uma plataforma orientada a contexto
4. Obtenção de dados em tempo real
5. Maior eficiência nas tomadas de decisões dos gestores da área de saúde

6. Melhoria da assistência primária à saúde
7. Multiplicação do potencial de atendimento
8. Aumento do índice de detecção precoce em patologias críticas

Impacto Econômico:

1. Transferência dos resultados do projeto e sua incorporação pelos setores produtivos, serviços e governo, tais como geração de renda, redução de custos, aumento de produtividade, investimentos e retorno financeiro.
2. Redução do custo no processo de monitoramento e acompanhamento de pacientes à distância
3. Redução de deslocamentos dispensáveis de pacientes
4. Diminuição de internações desnecessárias
5. Redução do tempo médio das internações, pois os pacientes podem ser monitorados em suas residências

Impacto Ambiental:

1. Influência nos níveis de qualidade da água, ar e solos, da preservação da diversidade biológica ou recuperação de degradação, entre outros.
2. Não são observados impactos ambientais decorrentes da proposta.

Impacto Social:

1. Influência nos níveis da qualidade de vida das comunidades beneficiadas, em âmbito regional ou local, tais como saúde, emprego, renda, educação, habitação, saneamento, entre outros.
2. Redução no número de leitos ocupados em hospitais através de monitoramento à distância
3. Redução de deslocamentos dispensáveis de pacientes

Importância Social

Importância Institucional

1. Fortalecer a parceria entre o MDCC e grupos de pesquisa de outras áreas (Medicina UFC e CEFET-CE);
2. Fortalecer as linhas de pesquisa do MDCC;
3. Aumentar a produção científica quantitativa e qualitativamente;
4. Ampliar a formação de mestres e doutores na instituição proponente;
5. Promover a mobilidade acadêmica entre os pesquisadores das duas instituições; e também, entre os estudantes da pós-graduação através da modalidade sanduíche entre as duas instituições;
6. Elevar o conceito CAPES do MDCC de 4 para 5.

5. Objetivos e Metas

Os principais objetivos do projeto relacionados com os grupos de pesquisa são:

Grupo de Banco de Dados

O_BD1. Descrever o estado da arte relacionado com a publicação e integração de dados abertos em ambiente em nuvens: Este primeiro objetivo visa obter conhecimento sobre os métodos, técnicas, e padrões utilizados na gestão de dados governamentais abertos. Além disso, buscaremos detalhar como tais métodos e técnicas podem ser aplicados em um ambiente de computação em nuvem.

O_BD2. Especificar infraestrutura para publicação e integração de dados abertos em nuvem : Neste objetivo, pretendemos abordar quais seriam os requisitos para integrar dados publicados através da ontologia para dados governamentais abertos de forma a evitar que a integração desses dados envolva o desenvolvimento de aplicações de integração proprietárias. Neste sentido, daremos continuidade as pesquisas sobre mediadores baseados em ontologia [CLL09a, CLL09b, VSM09, LCV09, SVM10] em realização no grupo de banco de dados, no sentido de explorar o domínio de dados governamentais abertos.

O_BD3. Pesquisar e desenvolver ontologias para descrição de dados governamentais para saúde: Embora algumas estratégias apresentadas na literatura tenham focado no uso de ontologias de uso geral, acreditamos que a definição de uma ontologia específica para descrição de conceitos relacionados à Epidemiologia e da Clínica na área da Saúde Materno-Infantil dados governamentais abertos no domínio da saúde brasileira seja mais adequada. De qualquer maneira, no escopo deste objetivo será tratada apenas o desenvolvimento dos principais módulos desta ontologia de forma a permitir sua futura extensão.

O_BD4. Especificar um processo para integração e publicação de dados governamentais: Necessitaremos definir um processo para uso da ontologia padrão na publicação de dados pré-existentes. Desta maneira, visamos neste objetivo definir os passos e sugerir ferramentas para orientar os usuários converter dados fechados em dados governamentais abertos.

O_BD5: Descrever e implementar serviços orientados a contexto para dar suporte ao desenvolvimento de aplicações

Grupo de Computação em Nuvem

O_CN1. Definir técnicas para o mapeamento dos dados governamentais para modelo de dados nuvem: Neste objetivo, pretendemos estudar os modelos de dados utilizados em nuvem, de forma a identificar o modelo mais apropriado para a migração dos dados governamentais. Em seguida, desenvolver técnicas para migrar os dados e envio dos dados para as nuvens.

O_CN2. Definir técnicas para garantir a segurança e controle de acesso aos dados: Neste objetivo, pretendemos, inicialmente, definir o modelo de implantação para os dados, visto que parte destes dados não podem ser disponibilizados de forma pública. Além disso, deve-se desenvolver soluções para a segurança e privacidade dos dados, bem como políticas de acesso aos dados.

O_CN3. Definir requisitos para contratar serviços em nuvem: Neste objetivo, pretende-se definir os requisitos necessários para que a plataforma desenvolvida seja implantada em um ambiente de computação em nuvem. Estes requisitos levam em consideração as características da plataforma em questão de tal forma a atender as necessidades e garantir a qualidade do serviço, assim como, reduzir os custos associados.

O_CN4. Implantar e avaliar a plataforma para integração e publicação de dados governamentais. Neste ultimo objetivo, pretende-se implantar a plataforma desenvolvida em um ambiente de computação em nuvem. Neste caso, será utilizado um ambiente real experimental de tal forma a avaliar a plataforma proposta considerando características fundamentais neste contexto, tais como o processo de integração e publicação de dados e questões relativas à visualização destes dados.

Computação Gráfica

O_CG1. Discutir e compreender que impacto o uso da visualização de dados em computação em nuvens causa na melhoria do entendimento da informação: Neste objetivo, pretende-se entender o impacto de visualização de dados em computação nas nuvens, partindo da premissa que visualização de dados ajuda a amplificar o processo cognitivo dos usuários, auxiliando-os em tomadas de decisão e definição mais abalizada de políticas públicas.

O_CG2. Investigar as técnicas mais adequadas à visualização de dados, adaptada aos mais variados contextos das aplicações de computação em nuvens: Neste objetivo, pretende-se analisar as diversas formas de representação visual de dados e em que contexto elas podem ser utilizadas com eficácia, particularmente aquelas associadas ao sistema de informação da saúde pública.

O_CG3. Definir os requisitos necessários à visualização dos dados e implementar técnicas eficientes para essa visualização: Neste objetivo, pretende-se fazer um estudo comparativo de diversas técnicas de visualização aplicadas à visualização de dados governamentais abertos publicados e integrados em ambiente de nuvem.

Lógica

O_L1 Estudo acerca do papel dos raciocínios não monotônico, difuso e paraconsistente em lógicas descritivas e em aplicações baseadas em Computação em Nuvem: As lógicas descritivas foram introduzidas em Computação no intuito de oferecer alternativas computacionalmente tratáveis, mesmo a custo de redução do poder expressivo, aos sistemas lógicos matemáticos tradicionais. Por outro lado, as lógicas não monotônicas, difusas e paraconsistentes foram introduzidas para representar conhecimento e executar inferências racionais em contextos marcados pela falta de informação. Estudaremos como combinar tais lógicas mantendo a tratabilidade de forma a criar mecanismos de raciocínio para ontologias geradas de ambientes de computação em nuvem;

O_L2 Desenvolvimento de mecanismos automáticos de inferência e semânticas para as Lógicas Descritivas que incluam essas formas não clássicas de raciocínio: A partir das lógicas descritivas básicas como, por exemplo, a ALC (Attributive Language with

Complement), definiremos novas lógicas descritivas capazes de tratar com conhecimento incompleto, impreciso e contraditório advindo de regras não clássicas. Apresentaremos semânticas e mecanismos de inferências para estas lógicas;

O_L3 Definição de um modelo de evolução de ontologias em Lógica Descritiva usando as técnicas de Atualização e Revisão de Crenças: Um dos desafios em se construir um padrão lógico de estruturação para a informação em um ambiente não estruturado, disforme e com múltiplas fontes de informação, como é o ambiente típico de Computação em Nuvem, é a necessidade de uma constante atualização da informação e estruturação. Este fenômeno é conhecido na área como Evolução de Ontologias e é, sem dúvida, o grande desafio que iremos abordar usando lógicas descritivas.

O_L4 Investigação sobre expressividade e complexidade de Lógicas Descritivas: As lógicas descritivas são fragmentos da linguagem da lógica clássica de primeira-ordem. Esta foi uma simplificação necessária, pois o conjunto de teoremas da lógica clássica de primeira ordem é indecidível. Investigar a expressividade de Lógicas Descritivas, e suas extensões, que sejam decidíveis, preferencialmente tratáveis, é o desafio que nos propomos para aplicações de Computação em Nuvens.

Objetivos Envolvendo todos os grupos

Desenvolvimento de aplicações para apoio à tomada de decisão voltado para gestão da atenção básica/estratégia da saúde da família. Este sistema deve garantir a observância às normas da SBIS (Sociedade Brasileira de Informática em Saúde) e da Segurança da Informação nos seus aspectos transacionais;

5. Engenharia de software: Desenvolvimento da plataforma que integre a base de dados à base de conhecimento, etc. para suporte aos containers (serviços orientados a contexto) das aplicações de tomada de decisão;

6. Segurança da informação: Garantia da observância às normas da SBIS e da Segurança da Informação nos seus aspectos transacionais;

7. Análise de Viabilidade Sócio-Econômica: Estudo dos aspectos de custo – efetividade relacionados à redução do tempo de resposta na tomada de decisão baseadas em informações em tempo real e do aumento da qualidade de informação, levando em consideração a aceitabilidade dos usuários

6. Metodologia

O presente projeto trata do desenvolvimento de tecnologia numa área de fronteira do conhecimento técnico - científico da saúde coletiva, mais especificamente do planejamento e gestão em saúde pública e saúde da família, e, do outro lado, da tecnologia da informação, mais especificamente banco de dados, inteligência artificial, e computação gráfica.

Em função desta característica, as atividades de pesquisa, serão organizadas em quatro sub-projetos de acordo com as áreas de pesquisa mencionadas anteriormente:

1. Sub-projeto de inteligência de governança para tomada de decisão em saúde pública: que desenvolvera aplicações para gestão da clínica e gestão dos serviços de atenção básica no campo da saúde materno-infantil;
2. Subprojeto Arquitetura Orientada a Contexto para Tomada de Decisão em Saúde Pública baseada na TV Digital Brasileira: que desenvolvera um framework para suportar serviços, baseados em contexto (context-aware) nos cinco domínios de governança (gestão do conhecimento, normativo, clinico-epidemiológico, técnico-administrativo e de gestão compartilhada) tratados no projeto.
3. Subprojeto Plataforma de publicação e integração de dados abertos em nuvem: este subprojeto focara no desenvolvimento de serviços a serem disponibilizados em uma nuvem computacional com foco em publicação e integração dados abertos.

7. Cronograma de Atividades

As atividades descritas acima poderão ser distribuídas no seguinte cronograma:

BANCO DE DADOS						
ATIVIDADE	Semestres					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Descrever o estado da arte relacionado com a publicação e integração de dados abertos em ambiente em nuvens	X					
Especificar infraestrutura para publicação e integração de dados abertos em nuvem	X	X	X	X		
Pesquisar e desenvolver ontologias para descrição de dados governamentais para saúde			X	X		
Especificar um processo para integração e publicação de dados governamentais.			X	X	X	
Descrever e implementar serviços orientados a contexto para dar suporte ao desenvolvimento de aplicações		X	X	X	X	X
LOGICA						
ATIVIDADE	Semestres					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Discussão e compreensão do impacto do uso da visualização de dados em computação em nuvens na melhoria do entendimento da informação	X					
Investigação das técnicas mais adequadas à visualização de dados, adaptada aos mais variados contextos das aplicações de computação em nuvens		X	X			
Definição dos requisitos necessários à visualização dos dados e implementação das técnicas eficientes para essa visualização				X	X	X
COMPUTACAO EM NUVENS						
ATIVIDADE	Semestres					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Definir técnicas para o mapeamento dos dados governamentais para modelo de dados nuvem				x	x	
Definir técnicas para garantir a segurança e controle de acesso aos dados					x	
Definir requisitos para contratar serviços em nuvem					x	
Implantar e avaliar a plataforma para integração e publicação de dados governamentais						x
COMPUTACAO GRAFICA						

ATIVIDADE	Semestres					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
Discutir e compreender que impacto o uso da visualização de dados em computação em nuvens	X	X				
Investigar as técnicas mais adequadas à visualização de dados, adaptada aos mais variados contextos das aplicações de computação em nuvens		X	X	X	X	
Definir os requisitos necessários à visualização dos dados e implementar técnicas eficientes para essa visualização						X

7. Orçamento

Projeto PRONEN		ORÇAMENTO				
Item	Especificação	2011	2012	2013	TOTAL	PERC
1	Equipamento	20000.00	20000.00	20000.00	60000.00	14.29
2	Mat. Bibliográfico	5000.00	5000.00	5000.00	15000.00	3.57
3	Mat. Consumo	10000.00	10000.00	10000.00	30000.00	7.14
4	Serviço terceiros - PF	30000.00	30000.00	30000.00	90000.00	21.43
5	Serviço terceiros - PJ	30000.00	30000.00	30000.00	90000.00	21.43
6	Passagens e Diárias	20000.00	20000.00	30000.00	70000.00	16.67
7	Diárias	20000.00	20000.00	25000.00	65000.00	15.48
	Total	135000.00	135000.00	150000.00	420000.00	100.00

Equipe Executora:

Equipe			
Nome	Instituição	Sigla	Titulação
PESQUISADORES PRINCIPAIS			
Jose Antonio Fernandes de Macedo (CNPq Nível 2)	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Ana Teresa de Castro Martins (CNPq Nível 2)	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Joaquim Bento (CNPq Nível 2)	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
COLABORADORES			
LUIZ ODORICO MONTEIRO DE ANDRADE	Univ. Fed. do Ceara	UFC Sobral	Doutor
Antonio Mauro de Oliveira	Centro Técnico	CEFET-CE	Doutor
Vânia Maria Ponte Vidal	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Javam de Castro Machado	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Jose Maria da Silva Monteiro Filho	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Ana Teresa	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor
Creto Vidal	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Doutor

Flávio Rubens de Carvalho Sousa	Univ. Fed. do Ceara	UFC	Mestre
Leonardo Oliveira Moreira	Univ. Federal do Ceará	UFC	Mestre
Mônica Regina da Silva	Univ. Federal do Ceará	UFC	Graduado
Manoel Mariano Siqueira Júnior	Univ. Federal do Ceará	UFC	Graduado
Maria Socorro de Araújo Dias -	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutora em Enfermagem
Maristela Inês Osawa Chagas -	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutora em Enfermagem
César Moura	Centro Técnico e Científico - CE	CEFET-CE	Doutor
Marcelino Cavalcante Pequeno	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutor
João Fernando Lima Alcântara	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutor
Carlos Eduardo Fisch de Brito	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutor
Francicleber Martins Ferreira	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutor
Francisco Erivelton Fernandes de Aragão	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutor
Samy Soares Passos de Sá	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutorando
Alfredo Antônio de Araújo Malheiros Filho	Univ. Federal do Ceará	UFC	Doutorando
Carlos Roberto Rodrigues Filho	Univ. Federal do Ceará	UFC	Mestrando
Débora Farias Frota	Univ. Federal do Ceará	UFC	Mestrando
Iuri Fernandes Queiroz	Univ. Federal do Ceará	UFC	Mestrando
Henrique Viana Oliveira	Univ. Federal do	UFC	Mestrando

10. Infraestrutura disponível para realização do projeto conjunto

Os membros deste projeto poderão contar com dois laboratório com 10 computadores cada, dois servidores e duas impressoras laser para o desenvolvimento das atividades relacionadas a este projeto. Possuímos também todo material permanente para pleno funcionamento do laboratório. Os nossos laboratórios estão localizados no prédio da computação da UFC e é denominado de LIA (www.lia.ufc.br)

13. Resultados Esperados

Banco de Dados

1. Prova de conceito de um sistema de governança para tomada de decisão no nível de um sistema municipal de saúde de médio porte do estado do Ceará
2. Definição de Ontologias e regras na área de saúde
3. Conteúdos interativos na área de saúde para TV Digital
4. Integração dos cinco domínios na tomada de decisão
5. Aplicações na área de saúde da família, especificamente na área materno-infantil
6. Publicações de artigos em congressos nacionais e internacionais e revistas indexadas
7. Publicação de um livro com versões de português e inglês Computação em Nuvem

Computação em Nuvens

1. Técnicas e ferramentas para mapear dados governamentais de diferentes fontes e formatos para os formatos utilizados no ambiente de nuvem.
2. Técnicas de segurança e políticas de acesso aos dados governamentais disponíveis em nuvem.
3. Métodos para quantificar os custos relativos aos serviços desenvolvidos.
4. Métricas para avaliar diferentes aspectos de gerenciamento de dados em nuvem.

Computação Gráfica

1. Geração de um relatório técnico sobre o impacto de visualização de dados em computação nas nuvens, particularmente, discutindo a amplificação do processo cognitivo dos usuários, o auxílio à tomada de decisão e definição mais abalizada de políticas públicas.
2. Geração de um relatório técnico sobre técnicas de visualização de dados, adaptada aos mais variados contextos das aplicações de computação em nuvens.
3. Implementação de técnicas eficientes para visualização de dados governamentais abertos publicados e integrados em ambiente de nuvem.
4. Publicação de artigos científicos

Lógica

1. Definição da Lógica Descritiva Default que trata com o conhecimento incompleto e o raciocínio por default, mantendo a tratabilidade;
2. Definição do anti-tableaux para definir a noção de não teoremicidade dentro da Lógica Descritiva Default;
3. A construção de um operador de revisão com boas propriedades computacionais;
4. A investigação da aplicação de atualização de crenças em Lógicas Descritivas;
5. A investigação da aplicação de raciocínio difuso/rough sets em Lógicas Descritivas;
6. Análise sobre a expressividade de lógicas descritivas, buscando definir parâmetros que aumentam, ou diminuem, a expressividade mas buscando manter a tratabilidade
7. Análise sobre limites inferiores e superiores de complexidade computacional das várias lógicas descritivas existentes;

8. Formação de alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica na região Nordeste com forte embasamento teórico;
9. Fortalecimento e integração dos grupos de pesquisa de Banco de Dados, Computação Gráfica e Lógica do Programa de Mestrado e Doutorado em Computação da UFC (MDCC).;
10. Publicação dos resultados em veículos qualificados.

Indicadores de avaliação e acompanhamento e produtos esperados

Formação de alunos de doutorado, mestrado e iniciação científica na região Nordeste com forte embasamento teórico;

Fortalecimento e integração dos grupos de pesquisa de Banco de Dados, Computação Gráfica e Lógica do Programa de Mestrado e Doutorado em Computação da UFC (MDCC).;

Publicação dos resultados em veículos qualificados.

Referências Bibliográficas

[AGM1985] C. E. Alchourròn, P. Gärdenfors, and D. Makinson (1985). On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions. *Journal of Symbolic Logic*, 50:510–530.

[BCMNS2003] F.Baader, D.Calvanese, D. McGuinness, D. Nardi & P. Patel-Scheneider. *The Description Logic Handbook*. Cambridge, 2003.

[BGG1997] E. Borger, E. Gradel, Y. Gurevich. *The Classical Decision Problem*. *Perspectives in Mathematics*. Springer. Berlim. 1997.

[Bob1980] Bobrow, D.G. (1980). Special Issue on Nonmonotonic Logic. *Artificial Intelligence*, 13, 1980.

[Cos 1974] Costa, N.C.A. (1974). On the Theory of Inconsistent Formal Systems. *Notre Dame Journal of Formal Logic*, 15(4), 1974.

[FPA 2005] Giorgos Flouris, Dimitris Plexousakis, Grigoris Antoniou. On Applying the AGM Theory to DLs and OWL. In *Proceedings of the 4th International Semantic Web Conference (ISWC-05)*, published in Yolanda Gil, Enrico Motta, V. Richard Benjamins, Mark A. Musen (eds), *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 3729 / 2005, Springer-Verlag, pages 216-231, 2005.

- [KM1991] H. Katsuno and A. O. Mendelzon (1991). On the difference between updating a knowledge base and revising it. In Proceedings of the Second International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR'91), pages 387–394.
- [Pap1994] C. Papadimitriou. Computational Complexity. Addison-Wesley, 1994.
- [Rei1980] Reiter, R. A Logic of Default Reasoning. Artificial Intelligence, 13:81-132, 1980.
- [AAN09] Accar, S., Alonso, J., Novak, K. (editors). “Improving Access to Government through Better Use of the Web”. W3C Interest Group, 12 May 2009. Available at <http://www.w3.org/TR/egov-improving/>
- [BH09] Bennet, D. and Harvey, A. “Publishing Open Government Data”. W3C Work Group, 8 September 2009. Available at <http://www.w3.org/TR/gov-data/>
- [SCH99] SCHERER-WARREN, I. Cidadania sem fronteiras: ações coletivas na era da globalização. Rio de Janeiro: Hucitec, 1999.
- [CAST99] CASTELLS, M. A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura, v.1, São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- [PA01] PUTNAM, R. Bowling Alone: the Collapse and Revival of American Community. New York: Simon & Schuster, First Touchstone Edition, 2001.
- [CLL09a] Casanova, M.A., Lauschner, T., Leme, L.A.P., Breitman, K.K, Furtado, A.L. and Vidal, V. M. P. (2009a) “A Strategy to Revise the Constraints of the Mediated Schema”. In: Proceedings of the 28th International Conference on Conceptual Modeling, Gramado, Brazil.
- [CLL09b] Casanova, M.A., Lauschner, T., Leme, L.A.P., Breitman, K.K, Furtado, A.L. and Vidal, V. M. P. (2009b) “Modeling the Mediated Schema Constraints”. In: Proceedings of the 18th Conference on Information and Knowledge, Management, Hong Kong, China.
- [VSM09] Vidal, V., Sacramento, E. R., Macedo, J.A. and Casanova, M. A. (2009) “An Ontology-Based Framework for Geographic Data Integration”. In: Proceedings of SeCoGIS 2009, Gramado. In: Proceedings of 3rd International Workshop on Semantic and Conceptual Issues in GIS (SeCoGIS 2009), in conjunction with the 28th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2009). Berlin / Heidelberg : Springer, 2009.
- [LCV09] Tanara Lauschner, Marco Antonio Casanova, Vania Vidal, José Antonio Macêdo, A Fast Decision Procedure for Query Containment and Related Problems, SBBD, 2009.

[SVM10] Eveline Sacramento, Vania Vidal, José Antonio Macêdo, Bernadette Lóscio, Fernanda Lígia Lopes, Marco Antonio Casanova Towards Automatic Generation of Application, SBBD, 2010.