

CNPq – Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Editais Universais Nº 01/2016

**LAIS – Laboratório Avançado de Inteligência
Integrada para Sistemas de Saúde**
(uma solução para o projeto LARIISA)

Proponente: Antonio Mauro Barbosa de Oliveira

Fevereiro, 2016

SUMÁRIO

- 1. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA**
 - 2. CONTEXTO**
 - 2.1 No início era o... LARIISA
 - 2.2 Sistemas de Saúde
 - 2.3 Aspectos de Interoperabilidade
 - 2.4 Framework de Gestão de Conhecimento
 - 3. QUALIFICAÇÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**
 - 3.1 Funcionalidades do LARIISA
 - 3.2 Componentes do framework LARIISA
 - 3.2 Sistemas Inteligentes no LARIISA
 - 3.4 Modelo Integrado de Inteligência do LARIISA
 - 4. OBJETIVOS**
 - 5. METODOLOGIA E METAS**
 - 6. INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO**
 - 7. CONTRIBUIÇÕES**
 - 7.1 Contribuições Científicas
 - 7.2 Contribuições Tecnológicas e de Inovação
 - 7.3 Contribuições Sociais
 - 8. ORÇAMENTO DETALHADO**
 - 8.1 Orçamento
 - 8.2 Justificativa do Orçamento
 - 9. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**
 - 10. IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES**
 - 10.1 Professores/Pesquisadores do Projeto
 - 10.2 Alunos de Graduação e Pós-Graduação Participantes do Projeto
 - 11. GRAU DE INTERESSE E COMPROMETIMENTO DAS INSTITUIÇÕES**
 - 12. DISPONIBILIDADE DE INFRAESTRUTURA E APOIO TÉCNICO**
 - 13. PLANO DE ATIVIDADES DOS BOLSISTAS**
 - 13.1 Bolsista IC
 - 13.2 Bolsista AT
 - 14. BIBLIOGRAFIA**
- ANEXO I - CARTAS DE ANUÊNCIA DA DIREÇÃO DO IFCE CAMPUS**
- ANEXO II - CARTA DE ANUÊNCIA DOS PESQUISADORES**

1. IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

Título:

LAIS – Laboratório Avançado de Inteligência Integrada para Sistemas de Saúde (uma solução para o projeto LARIISA)

Sigla: LAIS

Instituição Proponente:

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Aracati (IFCE- Campus Aracati) - Laboratório de Redes de Computadores (LaR)

Instituições Colaboradoras

- Instituto Federal do Ceará (IFCE)
- Universidade Estadual do Piauí (UESPI)
- Universidade Federal do Ceará (UFC)
- Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
- Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
- Universidade de Evry (França)

Professores/Pesquisadores Principais de cada Instituição:

- Antonio Mauro Barbosa de Oliveira (Proponente)
- Carina Teixeira de Oliveira – IFCE
- Reinaldo Braga Bezerra – IFCE
- Jose de Ribamar Bringel Filho - UESPI
- Luiz Odorico Andrade Monteiro - FIOCRUZ – Ce
- Vania Vidal - UFC
- José Neuman de Souza – UFC
- Paulo Roberto Freire Cunha – UFPE
- Anilton Salles Garcia - UFES
- Nazim Agoulmine – Universidade de Evry (Fr)

2. CONTEXTO

2.1 No início era o ... LARIISA

O LARIISA é um sistema formado por um conjunto de componentes que permitem a coleta, integração, transformação, inferência e visualização de informações de forma a fornecer aos usuários fatos e dados necessários às diversas decisões relacionadas a saúde pública [1]. Seu desdobramento resultou em dois projetos de pesquisa?

- O GISSA (Governança Inteligente dos Sistemas de Saúde) é um framework para construção de sistemas de informação para apoio ao processo de tomada de decisão, em diversos níveis de seus atores (secretário, agente de saúde, paciente, etc.) no contexto da saúde pública [2]. Trata-se de um sistema de inovação tecnológica destinado ao programa Rede Cegonha do Ministério da Saúde, financiado pela FINEP, em desenvolvimento pelo Instituto Atlântico com a parceria do IFCE. Uma prova de Conceito (PoC) do framework GISSA está sendo implementada no município de Tauá (Ce).
- O NextSAUDE é um projeto a ser implantado no IFCE Aracati constituído de Núcleos de Excelência em Interoperabilidade Semântica de Sistemas de Saúde, envolvendo universidades e centros renomados de pesquisa, desenvolvimento e inovação nacionais (IFCE, FIOCRUZ-Ce, UFES, UESPI, UFPB, UFPE, UFC, UFBA, PUC-Rio) [3]. O objetivo do NextSAUDE é desenvolver soluções especializadas e gerar inovações tecnológicas de interoperabilidade para o Sistema Único Saúde (SUS), no contexto da construção do Barramento de Serviços (tecnologia SOA) de Saúde e da estratégia de interoperabilidade do Sistema Cartão Nacional de Saúde, com a interveniência do DATASUS, adaptado às necessidades do Ministério da Saúde.

O projeto LAIS (Laboratório Avançado de Inteligência na Saúde) se propõe a solução de inteligência para os protótipos dos projetos GISSA e NextSAUDE. A proposta tem como objetivo especificar e implementar, a partir de um estudo analítico e experimental das tecnologias de Data Mining, Data Warehouse, Ontologias e Mashups, o modelo integrado de inteligência da plataforma LARIISA (projetos NextSAUDE e GISSA).

Além da definição e implementação do modelo de inteligência do LARIISA, o LAIS fará uso inédito de três mecanismos: um framework de integração de dados com interoperabilidade semântica baseado em linked data (UFC/PUC-Rio), uma metodologia de mineração de dados (IFCE/UFC) e uma modelagem baseada em Ontologia de Domínio fazendo uso da ferramenta OntoOWL (UFES) [4][5].

Ao final, três focos terão norteado os objetivos a serem alcançados no projeto LAIS:

- A definição e implementação do modelo de inteligência baseado em inferência por regras, busca semântica e mineração de dados.
- A validação da ferramenta de integração de dados com interoperabilidade semântica baseado em linked data, recém desenvolvida por pesquisadores da UFC e PUC-Rio.
- A elaboração de estratégias para harmonizar a proposta de integração de dados baseada em Linked Data na definição do modelo de inteligência do LARIISA baseado em Mineração de Dados e Ontologia.

O LARIISA fornecerá inteligência de governança na tomada de decisão nos cinco domínios clássicos da área de Gestão em Saúde: sistêmico, normativo, funcional, clínico e de cuidados, integrando os sistemas de informação em saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS) e Cartão Nacional de Saúde (CNS). Estruturalmente, o LARIISA será constituído por um conjunto de componentes habilitados para coletar informações em tempo real de contextos inerentes às situações monitoradas de saúde e alimentar mecanismos inteligentes capazes de produzir informações qualificadas, as quais municiam diversas aplicações voltadas para os mais variados atores envolvidos: usuários do sistema, profissionais de saúde, gestores de instituições de saúde e gestores governamentais, tomadores de decisão do sistema de saúde.

O projeto envolverá áreas de fronteira do conhecimento técnico-científico, em dois aspectos: de um lado, no campo da saúde coletiva, o planejamento e gestão em saúde pública e saúde da família; de outro lado, no campo da tecnologia da informação, os mecanismos de inferência, baseados em técnicas de inteligência artificial e ontologias.

A seguir são apresentados os principais conceitos utilizados na descrição deste projeto:

- **Framework:** conjunto de componentes de software e/ou processos combinados para a solução de uma classe de problemas. Um framework fornece pontos de extensão para a construção de soluções customizadas para problemas específicos. O framework possui uma arquitetura que define as relações entre seus componentes, a forma de utilizá-los e como implantar a solução final.
- **Gestão do Conhecimento (GC):** processo cíclico composto principalmente por atividades de criação, integração e disseminação do conhecimento em uma organização (ou um conjunto delas) [6][7].
- **Ontologia:** modelo que formaliza de forma explícita e inequívoca a visão de mundo de uma comunidade sobre um domínio de interesse. Uma ontologia define um conjunto de conceitos, suas relações e propriedades [8][9][10].
- **Inferência:** conclusão de novas informações a partir de informações já existentes. Inferências podem ser feitas por meio de raciocínio automatizado, utilizando um conjunto de regras formalizado em uma ontologia, ou por meio de algoritmos de mineração de dados e *machine learning*.

- **Data Mining:** conjunto de ferramentas, técnicas e metodologia baseadas em algoritmos de aprendizagem ou em classificação (redes neurais e estatística) capazes de explorar um conjunto de dados, extraindo ou ajudando a evidenciar padrões nestes dados e auxiliando na descoberta de conhecimento [11].
- **Business Intelligence:** refere-se ao processo de coleta de grande volume de dados, organização, análise, compartilhamento e monitoramento de informações (normalmente contidas em um Data Warehouse/Data Mart), analisando-os e desenvolvendo percepções e entendimentos a seu respeito, tomada de decisão.
- **Data Warehouse:** possibilita a análise de grandes volumes de dados, coletados dos sistemas transacionais (OLTP). São as chamadas séries históricas que possibilitam uma melhor análise de eventos passados, oferecendo suporte às tomadas de decisões presentes e a previsão de eventos futuros.
- **Tomada de Decisão:** conjunto de elementos que envolvem gestão do conhecimento, mecanismo de inferência, captura de informações (contexto) de uma forma sistêmica a permitir a conversão destas informações em ações.
- **OLTP (Online Transaction Processing):** são sistemas que têm a tarefa de monitorar e processar as funções básicas e rotineiras de uma organização, tais como processamento da folha de pagamento, faturamento, estoque, etc. Os fatores críticos de sucesso para este tipo de sistema são: alto grau de precisão, integridade a nível transacional e produção de documentos em tempo hábil.
- **OLAP (Online Analytical Processing):** trata-se da ferramenta mais popular para exploração de um data warehouse. OLAP fornece para organizações um método de acessar, visualizar, e analisar os dados corporativos com alta flexibilidade e performance, via um modelo de dados natural e intuitivo.

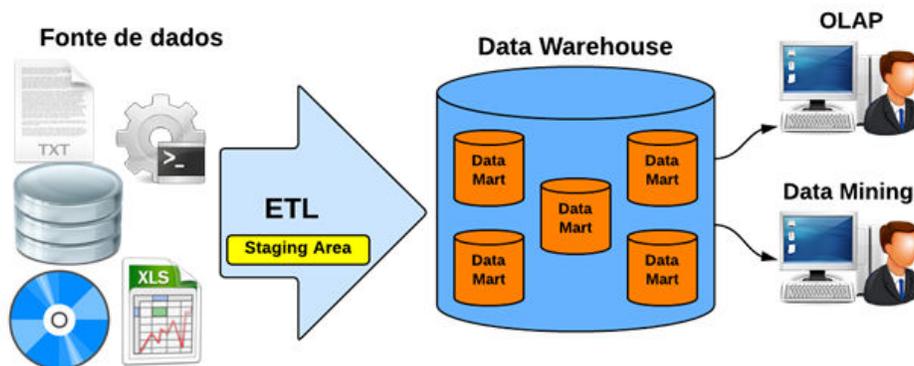


Figura 0. Fluxo de dados: OLTP/ ETL/ Datawarehouse/ DataMining-OLAP

2.2 Sistemas de Saúde

O tema Integração está presente em todo o processo discursivo, ocorrido na década de 70, que fundamentou a criação do Movimento da Reforma Sanitária Brasileira e subsequente criação do Sistema Único de Saúde - SUS [12]. Isso marcou profundamente a própria denominação deste sistema na década de 80 quando este foi firmado na Constituição Federal Brasileira.

A década de 90 foi marcada pelo processo de municipalização e o esforço de construir um sistema integrado em um país federativo. Os serviços de saúde de sistemas integrados, como é o caso do brasileiro, devem ser organizados em redes e necessitam serem operacionalizados de maneira integrada [12].

2.2.1 Integração de Sistemas de Saúde

Um sistema de saúde para funcionar como se fosse um único sistema (interligado, integrado, interdependente) necessita manter uma integração fundada em cinco pontos: integração sistêmica; integração normativa; integração funcional; integração clínica; e integração de cuidados, conforme a figura 1. O sistema de saúde atual é constituído pelos níveis primário, secundário e terciário, categorizados conforme a complexidade de suas atividades.

- O nível primário é voltado para a atenção básica, compreende atividades de promoção, proteção e recuperação, em nível ambulatorial desenvolvidas por pessoal elementar ou médio, médicos generalistas e odontólogos.

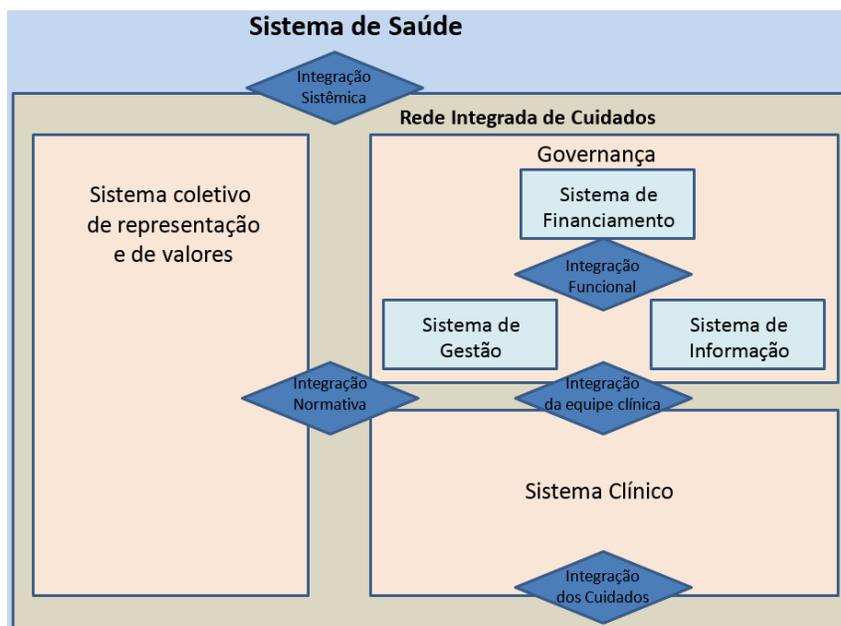


Figura 1 – Dimensões de um sistema integrado de saúde [14].

- O nível secundário, além das atividades do nível primário, engloba também atividades assistenciais nas quatro especialidades médicas básicas: clínica médica, clínica cirúrgica, gineco-obstetrícia e pediatria e, especialidades estratégicas nas modalidades de atenção ambulatorial, internação, urgência e reabilitação.
- O nível terciário é o de maior capacidade resolutiva dos casos mais complexos do sistema, nas modalidades de atendimento ambulatorial, internação e de urgência. Os estabelecimentos deste nível são os ambulatórios de especialidades, hospitais especializados e de especialidades.

Desta forma, o LARIISA promoverá a integração sistêmica, o que pressupõe um alinhamento de todo processo de pensar e executar o Sistema de Saúde. Além disso:

- suportará a integração normativa, permitindo que se expressem de forma homogênea os valores da sociedade, das organizações e dos atores envolvidos;
- induzirá a integração funcional, permitindo a manifestação do conjunto de elementos presentes nos serviços de saúde, referentes ao suporte operacional ou executivo;
- articulará a integração clínica de equipes multidisciplinares, fornecendo mecanismos que mobilizam a diversidade de competências e conhecimentos e coordenará a integração de cuidados de saúde, organizando de forma sustentável as práticas clínicas em torno de problemas de saúde específicos de cada paciente [13][14].

2.2.2 Protocolos da Saúde e Barramento SUS

O Brasil tem longa tradição no uso de Sistemas de Informação em Saúde. Recentemente, tem havido iniciativas para a construção de um sistema informatizado do SUS que contemple a interoperabilidade dos sistemas do SUS e o Registro Eletrônico de Saúde (RES) do cidadão (Cartão Nacional de Saúde). Em consequência, cresce no País a expectativa de uso da e-Saúde. Desde maio de 2012 acontecem oficinas de RES com objetivo de construir essa visão estratégica.

São os seguintes os principais sistemas envolvidos com o SUS:

- CADSUS (Sistema de Cadastramento de Usuários do Sistema Único de Saúde)
- SCPA (Sistema de Controle e Permissão de Acesso)
- SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos)
- SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade)
- CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde)

- SISRCA (Sistema de Regulação, Controle e Avaliação)
- SAI (Sistema de Informação Ambulatorial)
- SIH (Sistema de Informação Hospitalar) BPA (Boletim de Produção Ambulatorial) APAC (Autorização de Procedimentos de Alta Complexidade)
- SISREG (Sistema Nacional de Regulação)
- FARMÁCIA POPULAR HORUS (Sistema Nacional de Gestão da Assistência Farmacêutica) SAMU (Serviço de Atendimento Móvel de Urgência).

O plano de trabalho proposto para a área de Protocolos da Saúde & Barramento SUS tem como objetivo analisar os Protocolos de envolvidos no SUS, em especial os que se referem ao projeto Rede Cegonha.

Além das questões tratadas no contexto da interoperabilidade semântica, é de se atentar para a interoperabilidade sintática a ser provida pelo chamado “Barramento”, em seus seguintes aspectos:

- Mecanismo de Interoperabilidade Infraestrutura tecnológica (implantado)
- Middleware de mensageria (implantado)
- Serviços (em desenvolvimento contínuo)

2.3 Aspectos de Interoperabilidades

A interoperabilidade pode ser formalmente definida como “a habilidade de dois ou mais sistemas ou componentes de trocarem informações e utilizarem essa informação que foi trocada”.

Assim, para que esses sistemas ou componentes interoperem é preciso que a troca de informações entre eles seja livre de ambiguidades, ou seja, que as informações recebidas por um sistema receptor sejam compreendidas exatamente como foram enviados pelo sistema emissor.

Esse conceito nos leva a dois pontos fundamentais: a troca de informação, que corresponde à interoperabilidade técnica; a capacidade do receptor de utilizar a informação, que corresponde à interoperabilidade semântica.

2.3.1 Interoperabilidades sintática e semântica

- A interoperabilidade sintática é a habilidade de mover um dado de um sistema computacional x para um sistema y. Neste caso, a troca de dado não leva em consideração o significado do que está sendo trocado entre os sistemas e sim a convergência desses dados. Assim, nesta atividade, é preciso focar no problema de conectar sistemas distribuídos em uma rede.
- A interoperabilidade semântica vai um passo à frente da interoperabilidade sintática, abordando a necessidade de interoperabilidade de conceitos e vocabulários que são trocados entre os sistemas de forma que o emissor e o receptor interpretem e entendam o dado da mesma forma. Neste caso, um alto nível de interoperabilidade é indispensável quando se deseja maximizar a utilidade da informação compartilhada e oferecer suporte à tomada inteligente de decisão. Portanto, quanto maior for o nível de interoperabilidade semântica (em nível de software), menor será a necessidade de haver “dados processados por humanos”. Consequentemente, pode-se por exemplo evitar erros humanos na entrada e análise de dados.

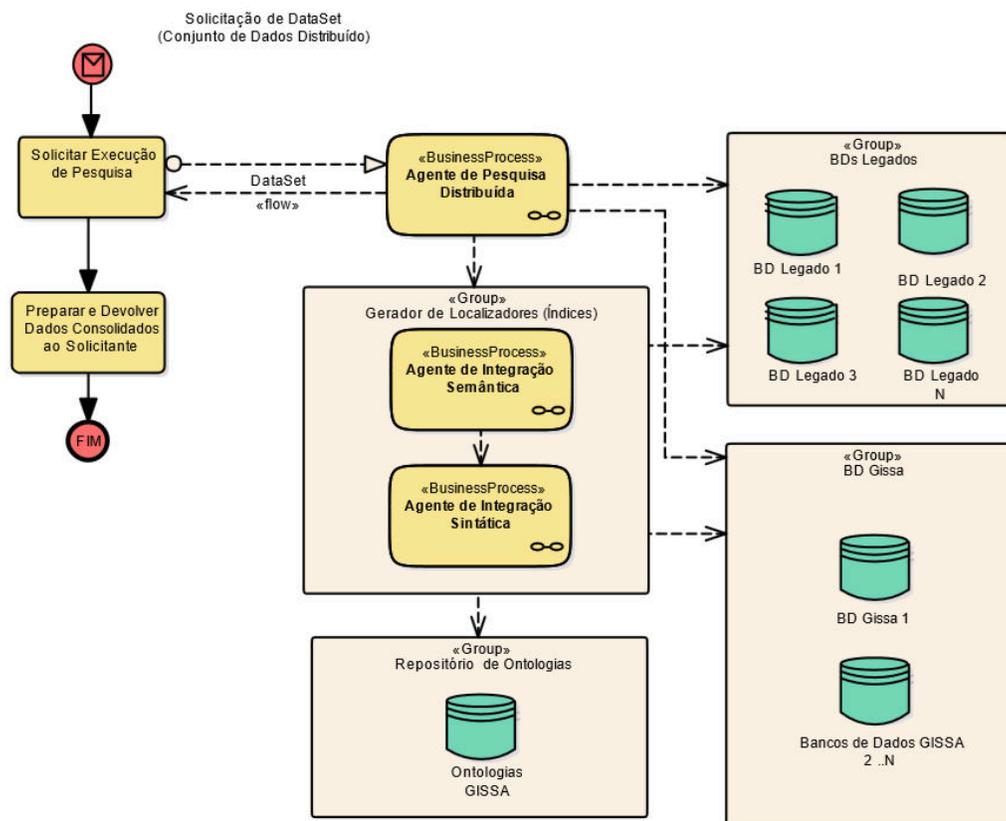


Figura 2 – Agente de Integração de BDs

No contexto do LARIISA, a pesquisa em Interoperabilidade está focada na busca e/ou desenvolvimento de soluções (i.e., padrões, tecnologias, ferramentas e/ou linguagens) para o desafio da interoperabilidade técnica e semântica de sistemas de saúde que se relacionam para facilitar a interoperação entre os diferentes processos de Gestão em Saúde (legados e novos) no Brasil.

A figura 2 detalha a integração de bancos de dados (BDs) à arquitetura. Esta figura, auto-explicativa, mostra o relacionamento dos grupos de BDs legados e BDs do LARIISA com a arquitetura via agentes de Integração de BDs.

2.3.3 *Linked Data & Mashups*

O Linked Data trata de um conjunto de práticas que utiliza os padrões da Web Semântica para publicar e ligar dados heterogêneos. Diferentes fontes de dados estruturadas conforme padrões e devidamente ligadas geram como resultado uma expansão da rede de dados e abrangendo diversos domínios, assim como permitem um melhor processamento desses dados por máquinas, através de consultas inteligentes, inferências e ferramentas de apoio a decisão.

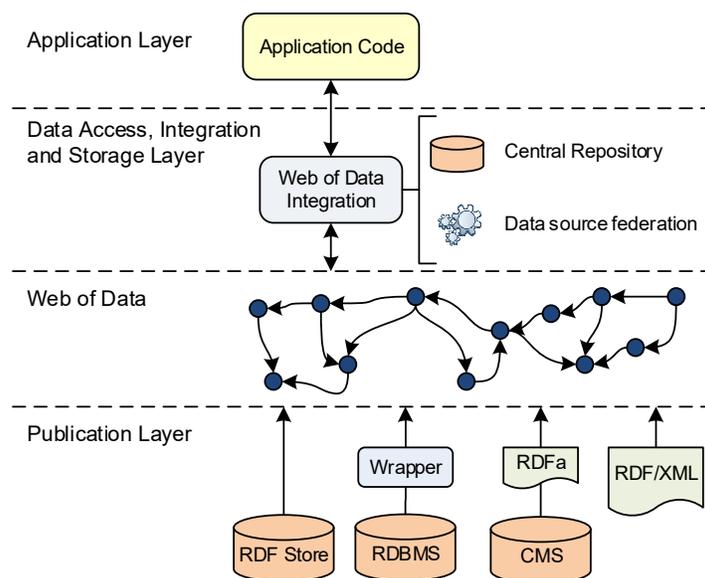


Figura 6 – Arquiteturas para Aplicações de Mashup de Dados Ligados

O Mashup de Dados Ligados refere-se a aplicações que conseguem fazer uso do Linked Data e construir visualizações a partir de diversas fontes, oferecendo um novo paradigma da transformação e integração de dados (fig 6).

Na figura 7 apresentamos um exemplo de Mashup de Dados com a integração de dados de companhias farmacêuticas, testes de remédios, mecanismos de ação das drogas e informações de segurança.

Mesmo com essa estrutura de Linked Data, existem algumas dificuldades inerentes a utilização de diversas fontes, e fontes heterogêneas. A primeira trata da identificação de fontes de dados relevantes, que venham a complementar a informação adquirida. Também a diversidade de vocabulários e significados (questão semântica) e a qualidade dos dados (problemas como fragmentação, incoerência e inconsistência).

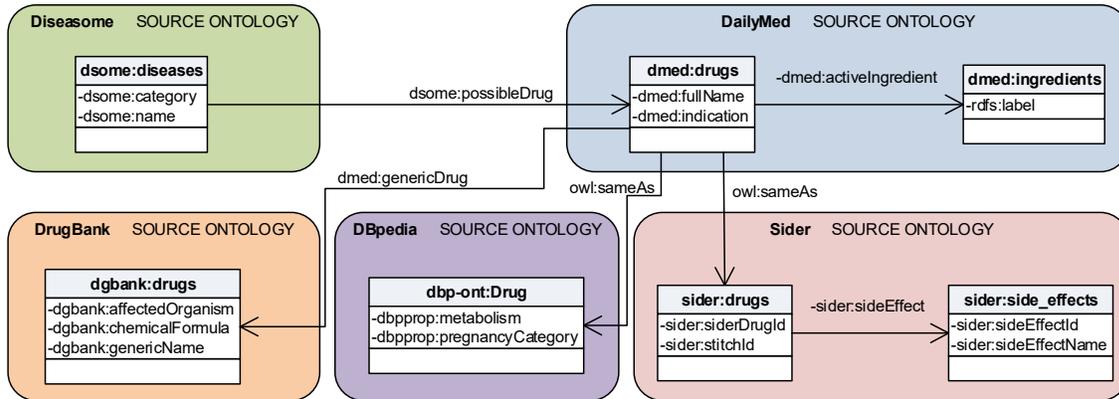


Figura 7 – Exemplo de Mashup

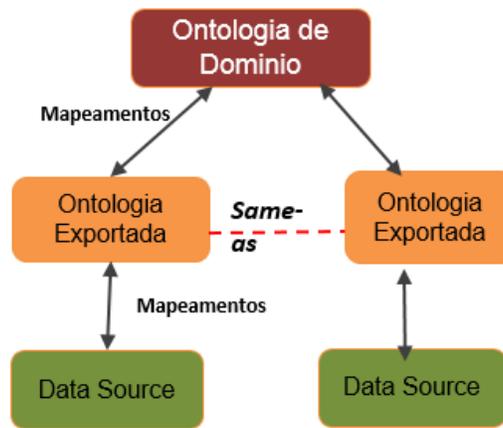


Figura 8 –Mashup Framework

Neste sentido faz-se uso de Ontologias (fig 8) que auxiliem no “entendimento” dos dados e na ligação dos diversos significados, assim como a utilização de frameworks para identificar ligações, limpar dados e especificar regras de inferência.

2.3 Gestão do Conhecimento no LARIISA

O framework de gestão do conhecimento do LARIISA é construído em cima de três pilares: gestão do conhecimento, ontologia e mineração de dados. Essa seção descreve os conceitos fundamentais de cada uma das áreas.

2.3.1 Gestão do Conhecimento

Antes da definição de um framework de gestão do conhecimento, é necessário estabelecer a visão do LARIISA sobre dois conceitos fundamentais: *conhecimento* e *gestão do conhecimento* (GC).

Essa discussão é necessária visto que não há consenso, nem mesmo na própria comunidade de GC, sobre o que eles significam. De fato, as diferentes visões sobre o conceito de “conhecimento” e as diferentes aplicações da gestão do conhecimento, contribuem para o surgimento de várias definições.

A definição de *conhecimento* que se aplica melhor ao contexto do LARIISA é a construída por Alavi e Leidner em [15]: conhecimento é informação contida na mente de uma pessoa; ela é uma informação “personalizada”, influenciada por interpretações, ideias, observações, julgamentos, que podem ou não ser corretos, úteis, precisos ou estruturados. Para os autores, conhecimento é análogo ao conhecimento tácito e informação ao conhecimento explícito, como definido por Nonaka e Takeuchi [7].

Para exemplificar a relação entre conhecimento e informação, considere um secretário municipal de saúde. Ao receber um relatório indicando que o número de partos prematuros aumentou nos últimos meses, ele está recebendo uma informação (ou um conhecimento explícito). Ao analisar essa informação e combinar com outras para concluir que isso se deve à falha no acompanhamento das gestantes por parte dos agentes comunitários de saúde (ACS), o secretário produz conhecimentos em sua mente (conhecimento tácito).

Para mitigar o problema, o secretário decide capacitar seu grupo de agentes. Após alguns meses, ele percebe que o número de partos prematuros voltou ao normal. Percebendo que sua ação deu resultado, ele registra essa ação em um manual operacional. Nesse momento, ele está formalizando seu conhecimento tácito, tornando-o informação (conhecimento explícito).

A partir dessa definição de conhecimento, adota-se no LARIISA que *gestão do conhecimento* significa o conjunto de atividades para a criação, transformação, integração e disseminação de conhecimentos em um organização [6]. Os principais benefícios da adoção e incentivo a práticas de GC para uma organização incluem: a melhoria na tomada de decisão, o aprendizado organizacional, o acesso facilitado ao conhecimento, o desenvolvimento de inovação e o aumento do desempenho nos processos organizacionais.

Os produtos de software que dão suporte a um ou mais processos são chamados de Sistemas de Gestão do Conhecimento (SGC). Existem diversos tipos de SGC que apoiam diferentes etapas da gestão do conhecimento e, portanto, contribuem de diferentes formas para as organizações. Alguns dos principais tipos são:

- **Sistemas de Memória Organizacional:** memória organizacional consiste em um repositório de conhecimentos adquiridos no passado que são trazidos para as atividades do presente, a fim de melhorar o desempenho organizacional. Fazem parte da memória organizacional tanto documentos formais, como planos, manuais e padrões de procedimento, como registros de conhecimento tácito, como justificativas do por que decisões foram tomadas, comunicações informais e resultados de ações [16].
- **Sistemas de Colaboração:** sistemas que apoiam grupos de pessoas trabalhando em conjunto para atingir objetivos em comum [17]. Também conhecidos como Groupware, essa classe de SGC é muito difundida. São exemplos de sistema de colaboração: sistemas de workflow, chat, email, conferência, entre outros.
- **Sistemas de Apoio a Decisão:** sistemas construídos utilizando alguma tecnologia de inferência para apoiar o processo de tomada de decisão. Sistemas especialistas são um tipo particular de sistemas de apoio à decisão que capturam o conhecimento de experts em uma *knowledge base* (base de conhecimento) que, ao ser combinada com um *reasoner* (máquina de inferência), é capaz de simular o processo de solução de problemas realizado por especialistas, gerando novos conhecimentos a partir de entradas de dados..
- **Sistemas de Recomendação:** sistemas que auxiliam usuários na seleção de itens de interesse em um grande repositório, apoiando-os na tarefa de lidar com uma vasta fonte de informação [16]. Exemplos de soluções dessa natureza são utilizados comumente em serviços de *stream* de filmes e música, como Netflix e Spotify, mas também em sistemas de e-commerce, com Amazon e Submarino.
- **Enterprise Knowledge Portal:** soluções computacionais que funcionam como grande “guarda-chuva” de SGC em um organização [16]. Pode ser entendido com uma interface amigável para os membros da organização acessarem os diferentes sistemas por um mesmo canal de entrada.

2.3.2 Ontologias

Ontologias são representações formais e explícitas de uma conceitualização compartilhada por comunidade sobre um domínio de interesse. Em outras palavras, ontologias são teorias que definem um conjunto de conceitos, com suas interrelações e propriedades, que são utilizados por um grupo de pessoas para entender e classificar uma porção da realidade.

Uma ontologia sobre nascimento, por exemplo, poderia definir que o nascimento é um evento, do qual apenas um ser vivo participa, o nascido, e que ocorre em lugar determinado e de forma concomitante a outro evento, o parto, da qual a mãe do respectivo nascido participa.

Existem diversas classificações para ontologias na literatura. No contexto do LARISSA, é importante fazer a distinção entre duas delas: ontologias como *modelos de referência*; e ontologias como *modelos de implementação* para raciocínio automatizado.

Ontologias, no sentido de *modelos de referência* são modelos voltados para o entendimento e compreensão de seres humanos e sua principal aplicação é na interoperabilidade semântica, isto é, na construção de soluções computacionais que provejam uma alta confiabilidade de que as informações compartilhadas sejam entendidas de forma correta [8].

IMPORTANTE: A ontologia de referência provê a visão dos especialistas do domínio sobre os dados manipulados pelos sistemas e não a visão dos profissionais de tecnologia de informação que implementam o sistemas que manipulam esses dados.

OntoUML [9] é o exemplo de linguagem utilizada para construção de tais artefatos. Construída a partir de teorias oriundas da Ontologia Formal, Psicologia, Ciências Cognitivas e Teorias Lógicas, a linguagem provê um conjunto de elementos bem definidos para a construção de ontologias bem fundamentadas.

OntoUML é apoiada por um conjunto de ferramentas de software que apoiam a construção [8], validação [9] e implementação [10] de tais modelos.

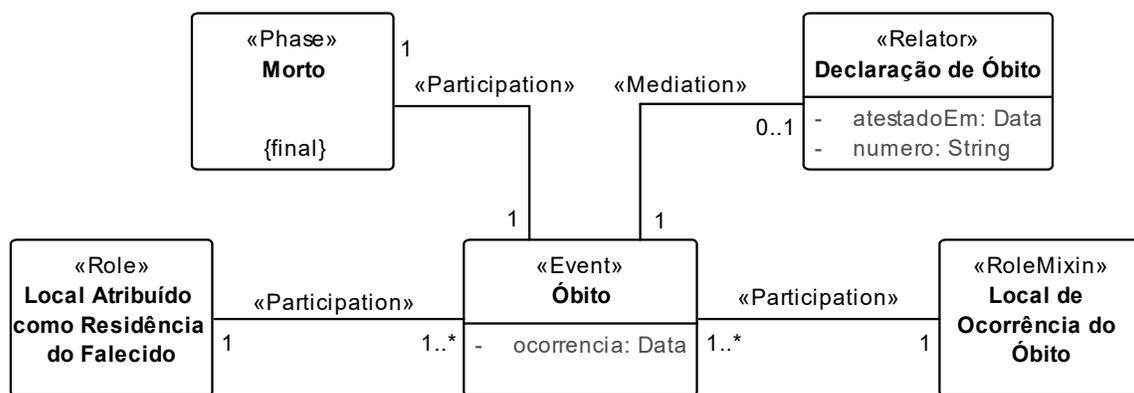


Figura 9. Algumas propriedades de óbito.

O diagrama apresentado na figura 9 faz parte da ontologia do domínio clínico epidemiológico do projeto GISSA, e descreve algumas propriedades de óbito, como entendido pelos especialistas de saúde do projeto e a legislação oficial vigente. Nesse modelo, um morto é definido como a pessoa que participou de um evento de Óbito, o qual ocorre em um determinado local, e para o qual uma Declaração de Óbito pode ser escrita.

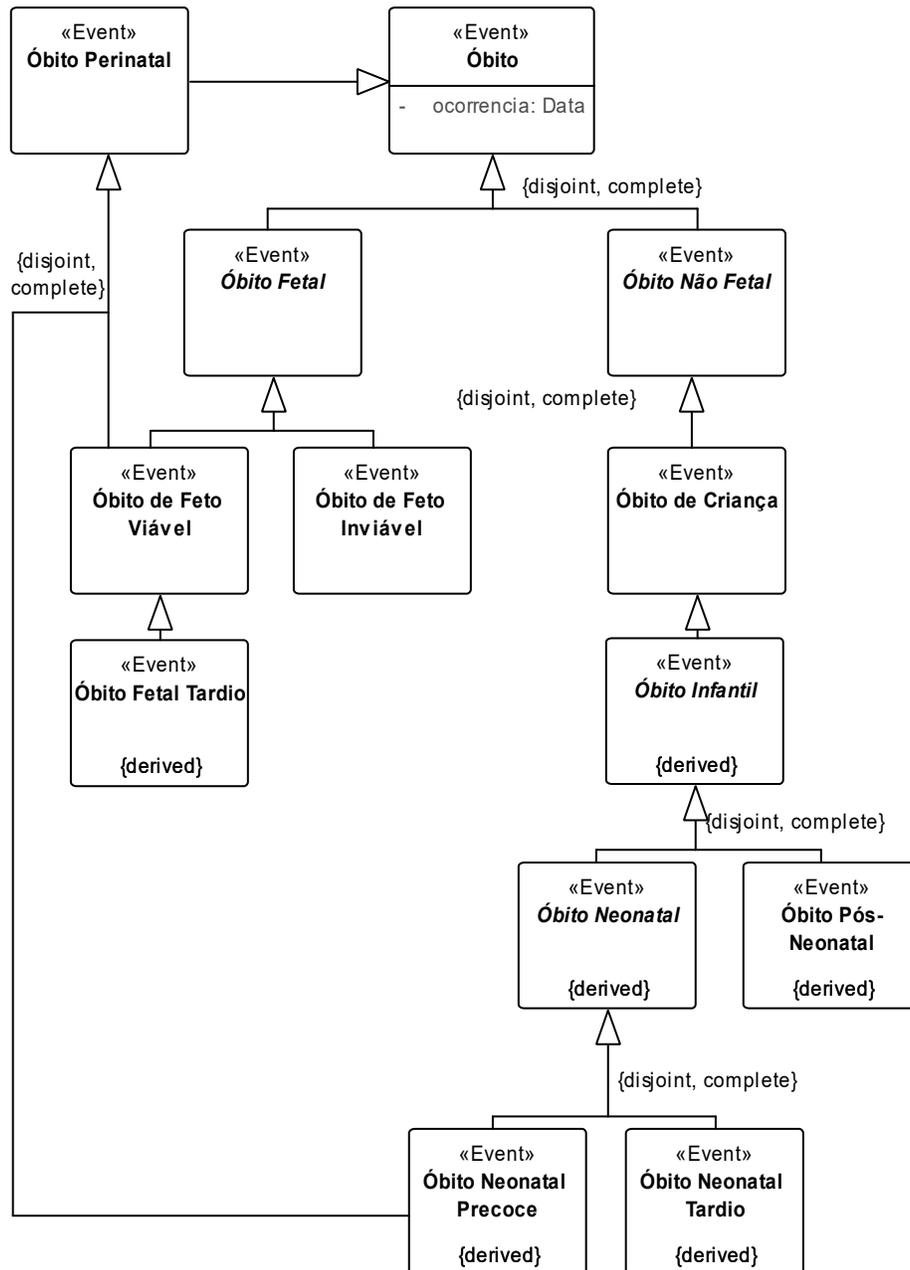


Figura 10. Classificação de óbitos fetais e infantis formalizada na ontologia.

A figura 10 apresenta um outro segmento da ontologia, que contém uma parte da hierarquia de tipos de óbito, com ênfase nos óbitos fetais e infantis. A ontologia captura, por exemplo, que óbitos neonatais são aqueles que ocorrem até 30 dias após o nascimento, enquanto óbitos pós neonatais são aqueles que ocorrem entre o 31º e o 364º dia após o nascimento.

Ontologias de referência podem dar origem a implementações nas mais diversas tecnologias. Este processo é normalmente realizado de forma automática, por meio de ferramentas orientadas a modelo (Model-driven Architecture - MDA) [18]).

O Menthor Editor¹ é um exemplo de ferramenta que provê tais transformações, permitindo a geração automática de modelos de implementação em RDF (*Resource Description Framework*) [19] e OWL (*WEB Ontology Language*) [20], linguagens padronizadas pela W3C (*WWW Consortium*) para implementação de ontologias na web semântica.

As ontologias implementadas permitem a construção de ferramentas com raciocínio automatizado, se populadas e alimentadas a máquinas de inferência (chamadas de *reasoners*).

São exemplos de *reasoners*: Pellet, Fact++, Racer, HermiT, Snorocket, entre outros. A regra a seguir exemplifica, no contexto do domínio clínico-epidemiológico, o processo de inferência realizado pelos *reasoners*:

SE ((gestante tem idade igual ou inferior a 15 anos) E (gestante possui histórico de abortamento) E (gestante é membro de uma família de baixa renda))
ENTÃO { gestante é de alto risco } E {gestante requer acompanhamento constante de seu agente de saúde}

Regras de inferência são sempre especificadas no formato SE-ENTÃO. Se determinado conjunto de condições for verdade, então uma conclusão pode ser obtida. Caso a regra descrita anteriormente fosse avaliada para uma gestante de 14 anos, que já abortou no passado e cuja mãe recebe bolsa-família, o sistema iria classificá-la como sendo uma gestante de alto risco e apontaria a necessidade de acompanhamento próximo.

Sistemas que manipulam ontologias e suas instâncias armazenam essas informações em sistemas gerenciadores de banco de dados especiais, conhecidos como *triple stores*. São exemplos de *triple stores*: Stardog², Virtuoso³, Oracle Spatial and Graph⁴, GraphDB⁵, AllegroGraph⁶, Neo4J⁷, entre outros.

¹ <http://www.menthor.net>

² <http://www.stardog.com>

³ <http://virtuoso.openlinksw.com/>

⁴ <http://www.oracle.com/us/products/database/038407.htm>

⁵ <http://ontotext.com/products/ontotext-graphdb/>

⁶ <http://franz.com/agraph/allegrograph/>

⁷ <http://neo4j.com/>

Ressalta-se que muitos desses servidores de bancos de dados provêm os próprios mecanismos de inferência, propiciando um desempenho muito melhor para aplicações que lidam com grandes massas de dados.

Dentro das *triple stores* são armazenadas as *bases de conhecimento*. Essas bases são a versão os bancos de dados relacionais do ambiente da web semântica. As bases de conhecimento contém dois componentes principais:

- T-Box: a implementação da estrutura da ontologia (em OWL, por exemplo), enriquecida com regras de inferência (em SWRL-*Semantic Web Rule Language*) [21], por exemplo); e
- A-Box: as instâncias da ontologia

Em uma analogia com o mundo relacional, um T-Box é equivalente a um esquema do banco de dados, enquanto a A-Box se equivale ao conjunto de todos os registros armazenados nas tabelas da base. A principal diferença do mundo de triplas para o mundo relacional é que as *triple stores* tratam a estrutura e as instâncias da ontologia da mesma forma, tornando essa solução mais adequada a evolução e integração de diferentes repositórios.

A recuperação dos dados armazenados em *bases do conhecimento* é feita utilizando uma linguagem chamada SPARQL [22]. Fazendo novamente uma comparação com o mundo relacional, SPARQL seria o SQL para consultar bases de conhecimento.

Finalmente, são destacadas a seguir as principais aplicações das tecnologias de web semântica:

- **Sistemas de Apoio à Decisão:** como explicado na seção anterior sobre Gestão do Conhecimento, essa classe de sistema faz uso intensivo dos mecanismos de inferência.
- **Sistemas de Anotação e Busca Semântica:** essa classe de sistemas busca auxiliar o processo de armazenamento e recuperação de informação não estruturada, isto é, informações que não são organizadas em bases de dados mas no formato de textos, imagens, vídeos e similares. O papel da ontologia nesses sistemas é servir de vocabulário para anotar tais artefatos não estruturados e mapear relações entre eles, que servirão de input para construção de ferramentas inteligentes de recuperação dos conteúdos anotados. Esse tipo de solução é muito utilizado por corporações de mídia digital, como Globo e BBC.
- **Repositórios de Dados Abertos:** soluções cujo objetivo principal é a publicação de dados em formatos legíveis por máquina. O papel das ontologias nessa classe de produtos é prover a estrutura que será utilizada para caracterizar os dados que serão disponibilizados. Diversas iniciativas privadas e governamentais estão em funcionamento, como MusicBrainz, um repositório público produção musical; Dbpedia, uma grande enciclopédia em formato de dados abertos, e Data.gov, uma iniciativa Norte Americana para publicar dados governamentais.

2.3.3 Mineração de Dados

Desde os primórdios, o ser humano sempre aprendeu pela observação. Com o advento de metodologias científicas ele passou a observar padrões formulando hipóteses e testando-os para descobrir regras. No entanto, a modernidade da era digital tem criado um volume enorme extraordinário de dados que impossibilita a identificação de padrões de forma manual em um prazo razoável. Não é sem razão que “Big Data” tem se tornado um tema da atualidade tanto no âmbito acadêmico quanto de mercado.

Mineração de Dados é uma tecnologia computacional construída por um conjunto de ferramentas, técnicas e metodologia que usam algoritmos de aprendizagem ou classificação, baseados em redes neurais e estatística, capazes de explorar um conjunto de dados, extraíndo ou ajudando a evidenciar padrões nestes dados e auxiliando na descoberta de conhecimento tácito. Pode-se, assim, diferenciar business intelligence (BI) e mineração de dados (MD). O BI busca um conhecimento novo e útil acerca do seu meio ambiente e funciona no plano estratégico (“aquele conhecimento que o indivíduo obtém da informação explícita interpretada”). A MD visa obter, a partir dos dados operativos brutos, informação útil para subsidiar a tomada de decisão no plano tácito (“aquele conhecimento que o indivíduo adquiriu ao longo da vida, pela experiência”).

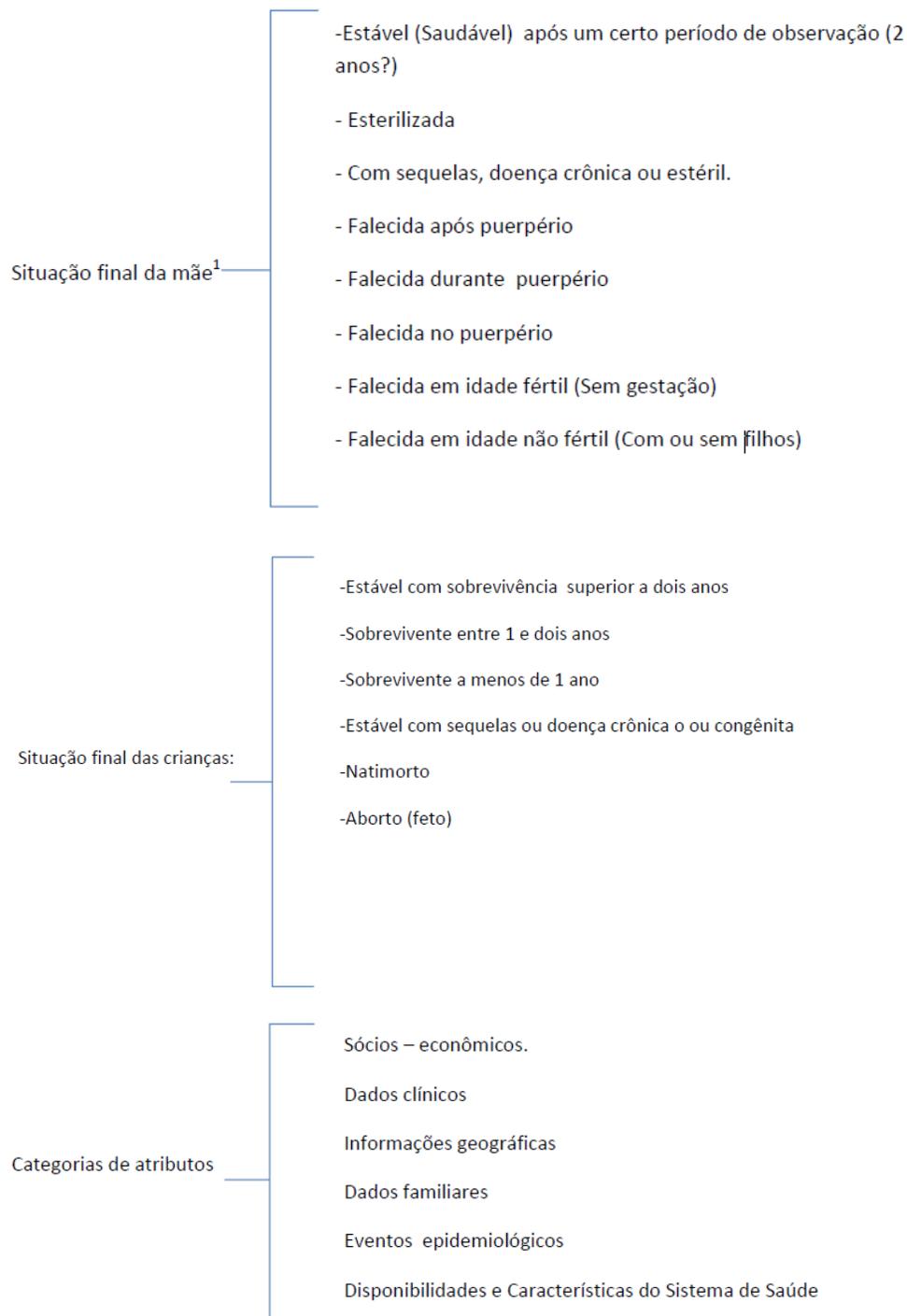
O data mining, diferentemente do OLAP, fornece informações de dados corporativos ocultos em grandes bancos de dados, podendo prever comportamentos futuros, se tornando uma importante ferramenta para tomada de decisão dos gestores. Os tipos de informações obtidos com o data mining abrangem associações, sequências, classificações, aglomerações e prognósticos.

A seguir é mostrada uma metodologia que usa mineração de dados no contexto do GISSA com o objetivo de prever a situação final da paciente após certo período de acompanhamento pelo sistema. A ideia é que se possa intervir junto a paciente caso a mesma apresente alta similaridade de casos em que há fracasso, ou seja, houve perda da vida da mãe ou de alguma criança ou ainda a presença de sequelas.

Metodologia: Inicialmente, são definidas as classes ou categorias alcançáveis em um certo período de acompanhamento pelo sistema. Em seguida são levantados todos os atributos a partir dos diversos bancos de dados dos sistemas de acompanhamento. É montado o modelo de inferência e são selecionados os atributos mais relevantes com o intuito de afinar o modelo até chegar a uma taxa de acerto (ver o tema métrica do classificador) aceitável.

Classes (Categorias) e Atributos: Inicialmente é feito o levantamento das classes que serão as metas dos classificadores a serem utilizados. As categorias se definem pelo resultado final do processo que tem a ver com a situação final da mãe e/ou das crianças.

O levantamento inicial leva a seguinte categorização:



Algumas combinações destes elementos formam as classes “META”. Desde o início do atendimento poder-se-á calcular a probabilidade da acompanhada terminar seu processo em uma das classes existentes. Após a definição das classes são levantados os atributos que serão analisados. Pode-se, inicialmente, definir os atributos nas categorias apresentadas abaixo:

Projeto: GI2SA	Status: DRAFT	Versao 1.0
Autor: Ronaldo F. Ramos	Edição:	Data: 06/04/2015

ENTRADA DO PROCESSO (REDE CEGONHA)



Mulher (Atributos: Idade, no de filhos, doenças preexistentes, etc)

SAÍDAS DO PROCESSO (Classes)



Mulher saudável sobrevive após 2 anos. Sem filhos.



Mulher com sequelas ou estéril sobrevive após período de 2 anos. Sem filhos.



Mulher saudável sobrevive após período de 2 anos. Com um ou mais filhos saudáveis. Os filhos sobrevivem após o mesmo período.



Mulher com sequelas ou estéril sobrevive após período de 2 anos. Com um ou mais filhos saudáveis. Os filhos sobrevivem após o mesmo período.



Mulher saudável sobrevive após período de 2 anos. Com um ou mais filhos. Um ou mais filhos sobrevivem a um período entre 1 e dois anos



Mulher falecida em idade fértil após 2 anos. Sem filhos.



Mulher falecida em idade não fértil após 2 anos. Sem filhos.



Mulher falecida em idade fértil com 1 ou mais filhos antes de 2 anos após puerpério. Os filhos sobrevivem após dois anos.



Mulher falecida em idade fértil com 1 ou mais filhos no período anterior a 2 anos após puerpério. Um ou mais filhos sobrevivem a um período de 1 a 2 anos.



Mulher falecida em idade fértil com 1 ou mais filhos no período anterior a 2 anos após puerpério. Um ou mais filhos sobrevivem a um período inferior a um ano.

Após consolidado o conjunto de atributos obtidos a partir das diversas bases de dados, deve-se utilizar um método de seleção de atributos (ainda a definir) e um modelo de inferência a utilizar. Algumas tecnologias a testar seriam as redes neurais artificiais e árvores de decisão (Algoritmos da família do ID3/ C4.5)

As próximas etapas a serem executadas são: Concluir o levantamento das classes; Definir os atributos e como obtê-los dos sistemas legados (Grafos de Localização e Composição de informação); Propor elementos a equipe de bancos de dados do GISSA para contemplar atributos ausentes; Montar as tabelas (Data Marts); Aplicar os algoritmos de seleção de atributos (Aplicar algoritmos de inferência, Selecionar tecnologia a ser incorporada ao GISSA, Implementar a tecnologia como um serviço do GISSA).

3. QUALIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O LARIISA é uma solução genérica para construção de sistemas de informação que apoiem o processo de tomada de decisão no contexto da saúde pública. Como prova de Conceito (PoC) do framework será implementada uma solução para apoiar a rede cegonha do município de Tauá – CE (projeto GISSA). O framework LARIISA é formado por um conjunto de componentes para permitir coleta, integração, transformação, inferência e visualização de informações de forma a fornecer aos usuários finais fatos e dados necessários às diversas decisões relacionadas a saúde pública.

3.1 Funcionalidades do LARIISA

O framework prevê cinco principais classes de funcionalidades, descritas a seguir.

- **Relatórios:**

São funcionalidades que listam um conjunto de eventos, pessoas ou itens e suas características relevantes, como, por exemplo: óbitos, nascimentos, gestantes, crianças, etc. Relatórios são as formas de apresentação de informações mais granulares do LARIISA. Sua função é fornecer aos usuários a capacidade de realizar análises específicas sobre itens em particular. Para exemplificar um cenário de uso da função Relatório, considere uma listagem das gestantes de risco, disponibilizada para um secretário de saúde municipal. Com ela, um gestor de saúde, por exemplo, é capaz de acessar as características de uma gestante de risco em particular, permitindo-o entender os fatos que levaram o sistema a classificá-la como tal. Com esse conhecimento, o gestor de saúde pode solicitar ao agente de saúde responsável que realize um acompanhamento mais próximo.

- **Indicadores:**

São funções que fornecem informação agregada sobre um determinado fato. Indicadores podem ser taxas (ex: taxa de mortalidade infantil), porcentagens (ex: cobertura vacinal de sarampo), totalizadores (ex: número de gestantes com data provável de parto para o próximo mês), gráficos (ex: um gráfico de barras com a divisão dos óbitos por causas básicas), entre outros. Ao mostrar informações agregadas de forma simples e direta, e por possuírem parâmetros definidos, os indicadores permitem identificar rapidamente se existe ou não um problema. Como cenário do uso dessa classe de funcionalidade, considere um indicador de taxa de partos cesáreos no último mês, disponibilizado para um secretário de saúde. Como existe um incentivo governamental para partos vaginais, uma taxa de 80% de partos cesáreos mostra que o município não está cumprindo sua meta, evidenciando a necessidade de ações de retificação do problema.

- **Dashboards:**

São funcionalidades de apresentação de informações onde se combinam múltiplos indicadores e relatório, permitindo a construção de painéis que mostrem, de forma agregada, a situação de determinado evento. No LARIISA, os dashboards não provêm novas informações, e sim apresentam de forma simultânea as funcionalidades de relatórios e indicadores. O LARIISA prevê pelo menos dois níveis de dashboard. O primeiro nível orientado para os domínios de gestão pública de saúde: clínico-epidemiológico, técnico-administrativo, normativo, gestão compartilhada e gestão do conhecimento. E um segundo, orientado para determinados tópicos dentro de cada domínio. Exemplo de tópicos no domínio clínico-epidemiológico são: pré-natal, puericultura, nascimento e óbito.

- **Alertas:**

São funcionalidade orientadas a geração de mensagens para informar aos usuários da ocorrência de um evento em particular (ex: nascimento da pessoa A, entrada no hospital da pessoa B), ou da configuração de uma determinada situação (ex: estoque baixo do medicamento X, cobertura vacinal baixa). Alertas podem ser gerados automaticamente pelo sistema ou a partir de entradas manuais de dados. Alertas também são enviados para diferentes tipos de usuários de acordo com sua gravidade. Por exemplo, um alerta de óbito infantil acidental é enviado apenas para agentes de saúde, enquanto um causado por desnutrição também é enviado para o governador. O objetivo desse tipo de funcionalidade é agilizar a disponibilização de informação aos atores da saúde pública, chamando atenção para necessidade de ações em particular.

- **Buscas:**

Essa classe de solução visa auxiliar os usuários na recuperação de artefatos que contém informação não estruturada, isto é, texto, imagens e vídeos. As buscas são voltadas principalmente para três dos cinco domínios do LARIISA:

- *normativo*, no qual se deseja recuperar conhecimentos contidos em portarias, leis, decretos e resoluções;
- *gestão compartilhada*, no qual se deseja recuperar documentos produzidos nas comissões intergestores, como atas e deliberações; e
- *gestão do conhecimento*, no qual a recuperação é orientada para protocolos de saúde, os quais contém conhecimentos clínicos consolidados para orientar procedimentos médicos em situações específicas, como pré-natal de alto risco.

3.2 Componentes do framework LARIISA

Para dar suporte ao desenvolvimento das funcionalidades descritas o LARIISA possui quatro grandes componentes: coleta, persistência, inteligência e visualização. O agrupamento das atividades do LARIISA nesses componentes é representado na 11. Nela é mostrada a visão lógica do framework, destacando os componentes do framework de gestão do conhecimento (Inteligência) em azul.

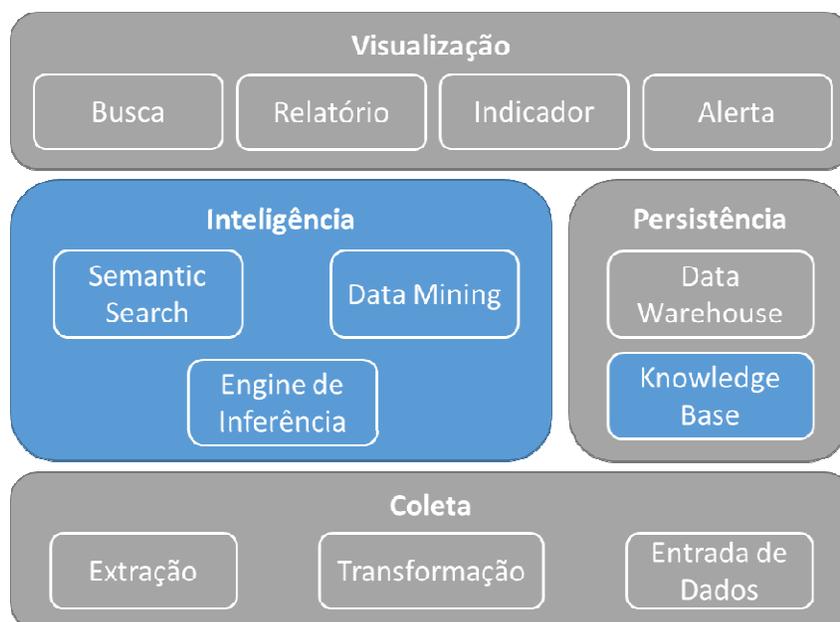


Figura 11. Visão lógica do LARIISA framework, com ênfase no framework de GC

- **Coleta:** componente responsável por recuperar dados das diversas fontes produtoras e transformá-los no formato do LARIISA. O componente auxilia a extração de dados das mais diversas fontes que incluem: sistemas locais, como e-SUS e SINASC; sistemas web, como SISPRENATAL e HORUS; barramento de *web services*, como o CADSUS; e fontes de dados públicas disponíveis na internet, como o repositório do bolsa família. O componente inclui scripts de ETL genéricos para a transformação dos dados para o formato padrão do LARIISA.
- **Visualização:** componente responsável por prover bibliotecas para a construção das interfaces com usuário, sendo otimizado para a construção das cinco classes de funcionalidades descritos na seção anterior. São exemplos de partes desse componente: componente de dashboard genérico, componentes de formulário (ex: *date picker*), componente de fachada de serviço REST.

- **Inteligência:** parte integrante do framework de gestão do conhecimento, o componente de inteligência contém mecanismos de geração de novos conhecimentos, como o *engine* de inferência e o componente de mineração de dados, além do *engine* de busca semântica, que permite o uso do conhecimento formalizado na recuperação dos artefatos com informação não estruturada.
- **Persistência:** componente de armazenamento de informações que contém os diversos repositórios de dados utilizados pelo LARIISA, como o Datawarehouse, a *Knowledge Base* e a Base para as entradas de dados auxiliares.

Para o framework de Gestão de Conhecimento, a seguir descrito, deverão ser explicitamente definidos quais os relatórios, alertas, consultas e indicadores que serão baseados em no conceito de inteligência computacional. Devem também estar definidos as tecnologias a serem usadas.

Assim, ao modelo de inteligência do LARIISA, através de uma saída extremamente refinada, é incumbida a tarefa de:

- Aplicar de Mineração de Dados e Inferência das Informações
- Gerar de Alarmes relacionados à Morte Materna e Morte Infantil. A especificação de quais alertas farão parte da *engine* de inteligência tem como base os requisitos que serão implementados e priorizados no backlog.
- Realizar de Buscas Textuais e Mineração de Textos.
- Possuir a capacidade de adaptação
- Possuir algum tipo de feedback, característica imprescindível para um sistema inteligente.

3.3 Sistemas Inteligentes no LARIISA

Como mostrado na figura 11 (Visão lógica do framework LARIISA), o framework de gestão do conhecimento (destacado em azul) é o componente do LARIISA responsável por torná-lo uma fundação para construção de “sistemas inteligentes”. Este componente é constituído por 3 blocos:

- Inferências por Regras, (Engine de Inferência)
- Buscas Semânticas (Semantic Search)
- Mineração de dados (Data Mining)

A inteligência, nesse contexto, refere-se à capacidade de um agente computacional gerar novas informações a partir de outras contidas no sistema, bem como a capacidade de utilizar o conhecimento formalizado para melhorar as funções do sistema.

O framework de GC compõe os componentes de *backend* do sistema. Isso quer dizer que ele provê novas capacidades para os sistemas desenvolvidos utilizando o framework LARIISA, ou ainda melhora as capacidades existentes. Do ponto de vista das principais funcionalidades do sistema (relatórios, indicadores, dashboards, buscas, e alertas) o framework não acrescenta uma nova classe mas permite torná-las inteligentes.

Para exemplificar essa característica, considere que o sistema LARIISA proverá a função de identificar crianças vulneráveis. Para fornecer essa informação, o sistema utilizará um raciocínio usando a *knowledge base* e o engine de inferência. O usuário acessará um relatório de crianças vulneráveis, por exemplo, que será construído utilizando componente de visualização, alimentado pelo componente de inteligência do framework de GC.

A seguir são detalhados os três blocos funcionais do framework de Gestão do Conhecimento, os quais contém recursos de inteligência para a construção de relatórios, indicadores, alertas e buscas:

3.3.1 Bloco Inferência por Regras

Um agente (humano ou computacional) faz uma inferência quando conclui novas informações a partir de outras que ele já possui. Como esse processo pode ser feito de maneiras complementares, este documento separa inferências feitas por meio de regras das realizadas por meio de mineração de dados. Esta subseção aborda apenas o primeiro caso.

As inferências por regras (ou simbólicas) capturam o processo de raciocínio dos especialistas por meio de modelos computacionais (as ontologias) que, ao serem alimentadas a um engine de inferência (ou reasoner), são capazes de reproduzir como os especialistas resolvem um problema.

O framework de GC possuirá uma ontologia que captura formalmente os conhecimentos e regras dos cinco domínios de gestão pública: clínico-epidemiológico, técnico-administrativo, normativo, gestão compartilhada e gestão do conhecimento. Essas ontologias são especificadas em OntoUML e implementadas em OWL e SWRL.

As ontologias em OWL serão inseridas em *triple stores*, compondo a T-Box da *knowledge base* (KB) do framework. A população das ontologias é feita por meio de scripts ETL, os quais ligam a KB ao *datawarehouse* e demais fontes externas. O papel desses scripts é recuperar as informações, transformá-las em triplas (o formato da ontologia) e carregá-las na base, formando assim o A-Box da KB. Assim que a KB contém as regras e indivíduos, ela já é capaz de realizar inferências, que são geradas a partir de um *reasoner*.

Os componentes supracitados, bem como suas relações com os demais componentes do LARIISA são apresentados na figura 12.

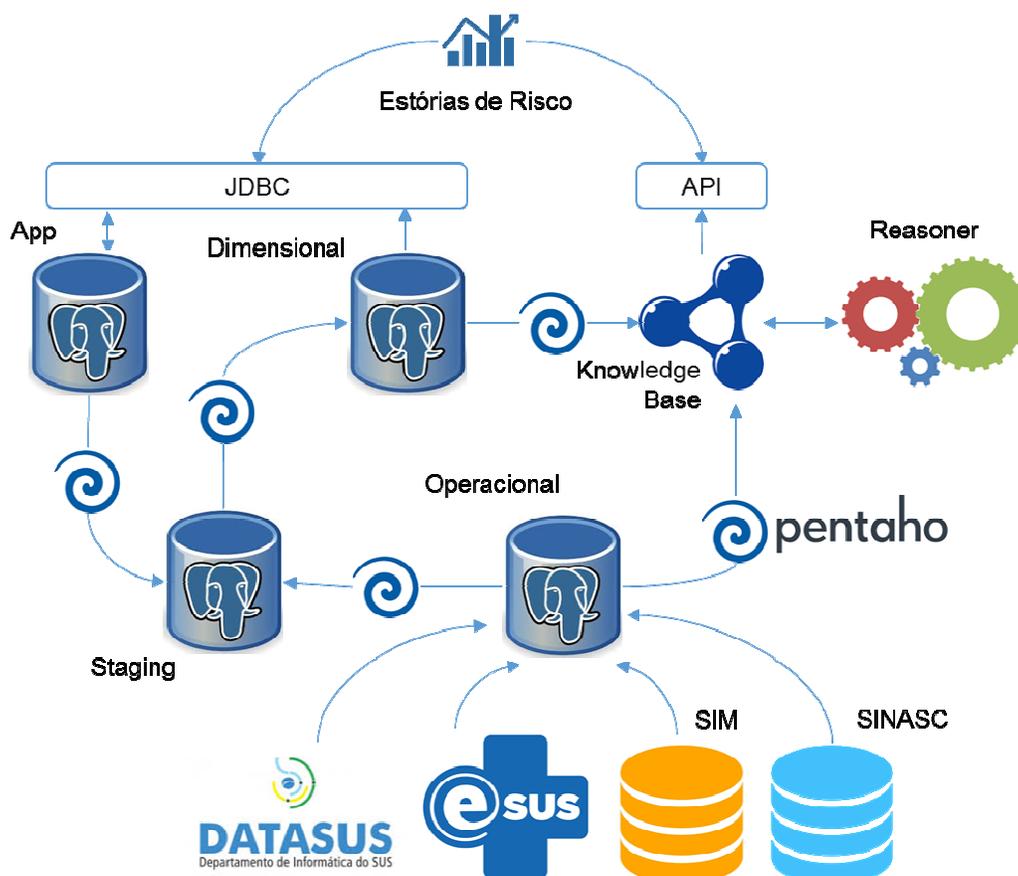


Figura 12. Componentes para a realização de inferências.

Uma funcionalidade inteligente que usa a inferência por regras é o relatório de risco de óbito materno, cuja interface é apresentada na figura 13. O objetivo da estória é fornecer aos gestores de saúde municipais uma visão do risco de uma morte materna ocorrer, identificando as potenciais causas. Isso é feito por meio da análise de um conjunto de características clínicas, sociais e do sistema de saúde que afetam uma gestante ou puérpera. Entende-se por fator *clínico* de risco aqueles relacionados a características biológicas da gestante, bem como seu quadro clínico histórico e atual.

O fato da mãe ter menos de 15 anos é uma propriedade biológica. O fato dela já ter tido abortos no passado é um fator histórico clínico e ela ter adquirido hipertensão na atual gestação corresponde ao seu quadro clínico atual.

Por sua vez, fatores de risco *social* são aqueles relacionados ao contexto social da gestante e de sua família. A baixa escolaridade e cultural de uma gestante é considerada um risco por que ela pode não ter conhecimentos básico da gravidez e tomar ações que a põe em risco, como consumir bebidas alcóolicas. A baixa renda da família da qual a gestante faz parte também é um risco social porque isso pode implicar na ausência de recursos para uma alimentação adequada.

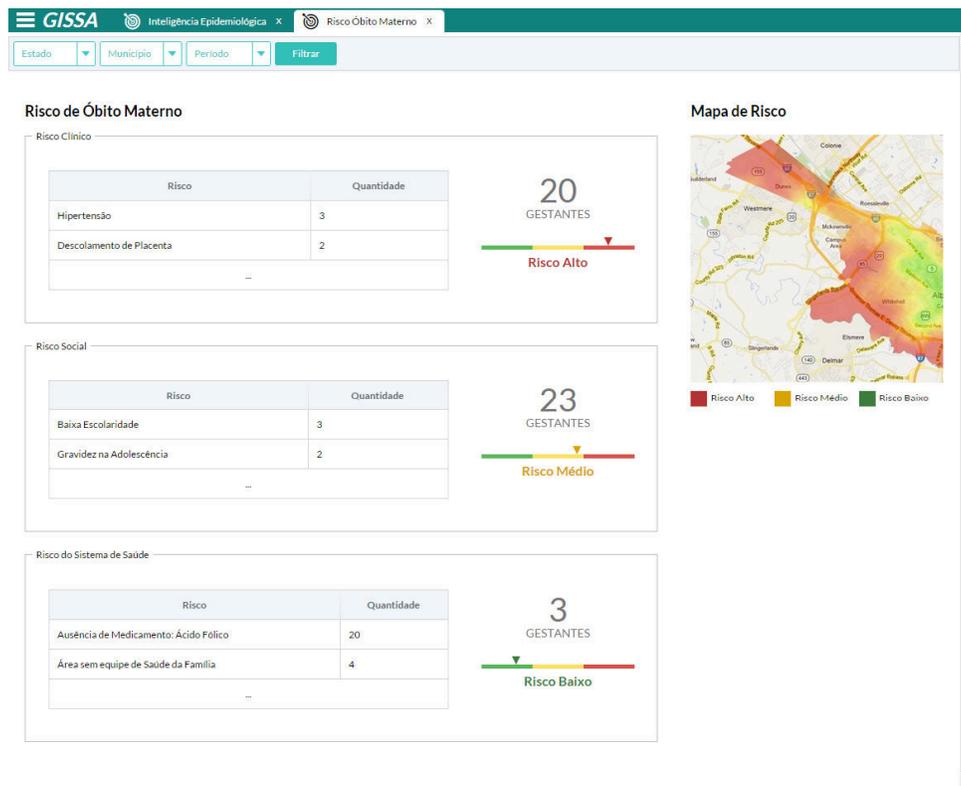


Figura 13. Protótipo para a User Story Exibir Detalhes do Risco de Óbito Materno.

Finalmente, os fatores de risco do *sistema de saúde* são aqueles advindos da ausência ou precariedade dos serviços providos pela saúde pública brasileira. Em outras palavras, eles correspondem a limitações do sistema que podem colocar a vida de gestantes em risco. Alguns exemplos são a ausência de leitos especializados, baixa cobertura vacinal de gestantes e estoque de medicamentos insuficiente.

No protótipo da figura 13 o gestor de saúde poderia visualizar o número de gestantes por grupo de risco (social, clínico e do sistema de saúde), o nível desse risco (baixo, médio ou alto), bem como o detalhamento do número de gestantes por cada fator de risco específico. No lado direito da o relatório prevê a distribuição geográfica do risco de óbito materno, destacando em vermelho as regiões com maior risco e em verde as de menor risco.

3.3.2 Bloco Busca Semântica

O LARIISA trabalha com uma grande massa de dados estruturados contidos nos diversos sistemas de saúde pública, mas também requer o acesso à uma vasta gama de artefatos contenedores de informações não estruturadas, principalmente em formatos textuais, como protocolos de saúde, atas, deliberações, leis e portarias.

Busca semântica é um nome genérico dado a uma classe de soluções computacionais voltada justamente para auxiliar a gestão de informações não estruturadas. No contexto do LARIISA, a busca semântica pode ser dividida basicamente em dois processos: anotação e recuperação de artefatos.

Anotação

Anotar um artefato significa utilizar uma *knowledge base* para registrar que seu conteúdo ou parte dele possui uma determinada relação com uma entidade (ex: classe, indivíduo, propriedade...). Essa anotação pode ter ou não uma semântica definida. Por exemplo, pode-se anotar uma lei apenas com uma relação de citação com as entidades do domínio. Nesse caso, utilizando o código civil como exemplo, poderia se dizer que ele cita a Lei 12.010 e a Lei 11.107.

Caso houvessem diferentes tipos de anotação, poderia se dizer que o código civil possui um inciso *revogado* pela Lei 12.010 e outro inciso *alterado* pela Lei 11.107. Ressalta-se ainda que o processo de anotação pode ser feito de forma automática ou manual, ou ainda uma combinação desses. Anotações manuais são feitas por usuários do sistema, enquanto processos automatizados utilizam técnicas de processamento de linguagem natural (no caso de artefatos textuais) para, juntamente com a ontologia, detectar automaticamente as entidades e relações expressas no artefato analisado.

Recuperação de Artefatos

Após anotados, os artefatos podem ser recuperados utilizando as entidades da *knowledge base*. Nesse momento, as relações definidas na ontologia contribuem muito na qualidade da busca e navegação pelos documentos.

Para exemplificar esse valor, considere que um gestor de saúde queira recuperar todas as deliberações da Comissão Intergestores Tripartite (CIT) que impliquem seu município. Isso quer dizer: ele quer todas as deliberações que afetem seu município, a região de saúde da qual seu município é parte, sua macrorregião de saúde, seu estado e região geográfica.

Uma busca semântica utilizaria as relações de composição entre as divisões territoriais e combinação com as relações de citação entre deliberações e unidades territoriais para fornecer a resposta.

Os componentes do framework de GC responsáveis pela busca semântica e descritos nos parágrafos anteriores estão representados na figura 14.

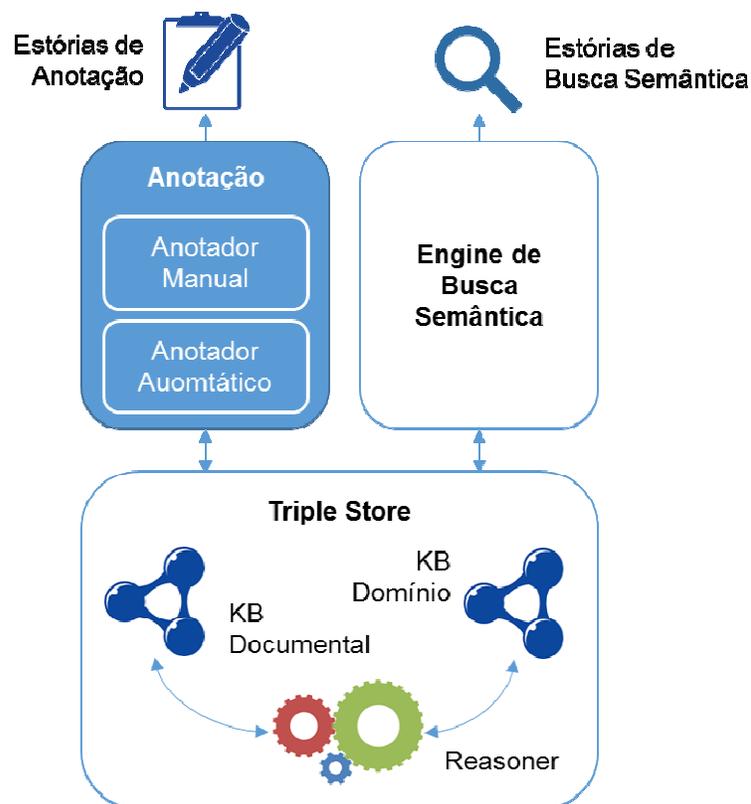


Figura 14. Componentes para realização de buscas semânticas.

3.3.3 Bloco Mineração de Dados

A modelo Inteligência de Gestão do LARIISA compreende a adequação do Bloco Mineração de Dados ao Componente de Gestão do Conhecimento (Inteligência) apresentado na figura 11 (Visão lógica do LARIISA framework).

A figura 15 mostra a arquitetura do modelo de inteligência do bloco Mineração de Dados proposta para o framework LARIISA.

Este modelo de inteligência é constituído pelas seguintes “pools”:

- Seleção de Atributos
- Preparação de dados / ETL
- Módulo de Treinamento
- Módulo de Inferência
- Módulo de Agrupamentos

O modelo de inteligência do bloco Mineração de Dados proposta para LARIISA é resultado de uma metodologia descrita a seguir, especialmente desenvolvida pelo grupo de Reconhecimento de Padrões e Aprendizagem de Máquina, do laboratório Centauro da Universidade Federal do Ceará (fig. 16).

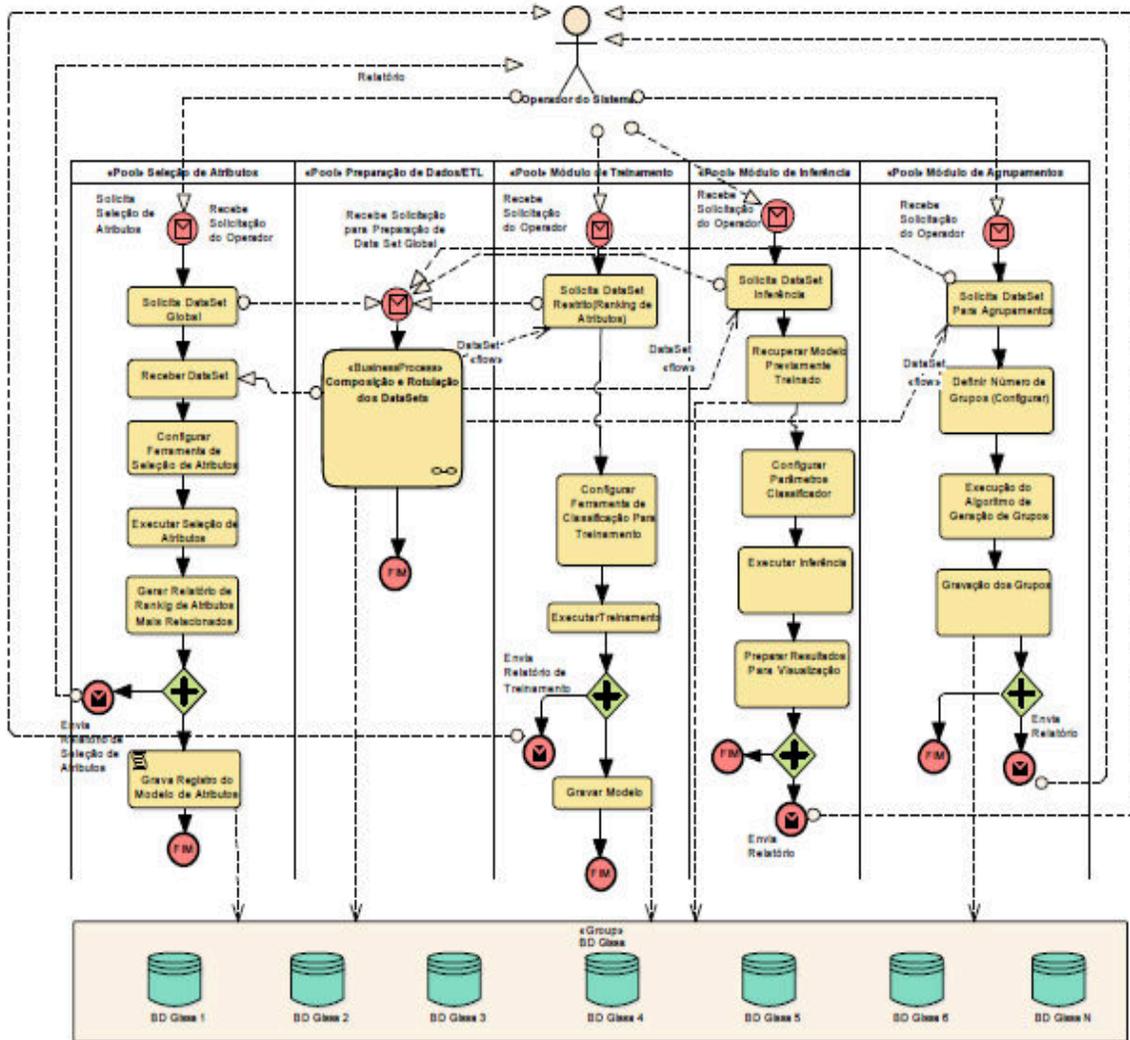


Figura 15. Modelo de Inteligência de Mineração de Dados do LARIISA

Para a utilização do modelo será realizada a análise para aquisição, formatação e estruturação dos dados para a base de dados de data mining. Este passo possibilitará a construção dos modelos de inteligência computacional e a realização dos experimentos de data mining. Nesta atividade, também serão definidas as categorias a que cada padrão poderá pertencer.

O desempenho de métodos de data mining depende, além das diferenças entre os algoritmos e os parâmetros utilizados, da seleção dos atributos a serem utilizados pelo classificador. A seleção dos atributos será realizada a partir de experimentos e análises de avaliação de desempenho de algoritmos de seleção de atributos a fim de obter um conjunto de características que melhor descrevem os dados do modelo.

O passo seguinte compreende a análise comparativa dos algoritmos de reconhecimento de padrões da literatura. Compreende-se nesta etapa a definição dos modelos de aprendizagem de máquina que serão utilizados bem como as abordagens de aprendizagem a serem adotadas (supervisionada, não supervisionada, semisupervisionada, etc). Além disso, será analisado se e como o sistema deverá ou não aprender após a inclusão de novas informações.

O framework open source Weka (FRANK; HALL; TRIGG, 2000) contém uma extensiva coleção de algoritmos de aprendizagem de máquina e será inicialmente utilizado para a avaliação e testes dos algoritmos de inteligência computacional. Para a realização de previsões/classificações, é necessário que o tempo de resposta seja viável e em tempo real. Será realizada a avaliação das técnicas de ML selecionadas quanto a viabilidade de classificação em tempo real. Em seguida, será realizado o estudo de viabilidade de tecnologias de machine learning para incorporação no GIS (frameworks e bibliotecas).

Nesta etapa, será verificada a possibilidade de reuso de ferramentas de data mining / inteligência computacional ou utilização de implementações específicas de algoritmos de Inteligência computacional.

Os entregáveis deste projeto são a lista de atributos mais relevantes e os algoritmos de aprendizagem de máquina que deverão ser utilizados para cada indicador/alerta/relatório do GISSA. A figura 16 mostra as diversas etapas da metodologia desenvolvida pelo grupo de Reconhecimento de Padrões e Aprendizagem de Máquina da UFC, da qual resultou o Modelo de Inteligência de Mineração de Dados proposto para o LARIISA (fig. 15):



Figura 16. Metodologia de Reconhecimentos de Padrões desenvolvida na UFC

1. NIVELAMENTO: Nesta fase é realizado um treinamento com todos os envolvidos. Trata-se de um treinamento sobre reconhecimento de padrões e aprendizagem de máquina. Ao final toda a equipe estará falando o mesmo “idioma”.
2. PROSPECCAO INICIAL: Os representantes da empresa (cliente) apresentam claramente o problema. Esta apresentação deve ser repetida até que todos estejam de acordo sobre os desafios.
3. SELECAO INICIAL: Nesta fase são selecionadas ferramentas e algoritmos a serem testados. Podem ser selecionados classificadores elementares, redes neurais, comitês de classificadores, etc.
4. PREPARAÇÃO DOS DADOS: Dependendo como os dados estão disponíveis é possível que se tenha que voltar ao passo 3.
5. TRANSFORMAÇÃO DOS DADOS: Modificação nos dados para submissão à ferramentas de análise.
6. EXPERIMENTOS: Primeiros experimentos com as ferramentas selecionadas;
7. GANHADORA: Identificação do algoritmo de Machine Learning que comporá a tecnologia solução.
8. CONSTRUÇÃO: Nesta fase é construída uma ferramenta de software contendo uma solução fechada para o problema proposto (Eng. de Software convencional).
9. EXPERIMENTOS e TESTES: Realização de experimentos com a ferramenta desenvolvida e de testes de integração e testes unitários
10. ENTREGA DO PRODUTO DE SOFTWARE: O módulo Bloco Mineração de Dados estará pronto para ser incorporado ao componente de Gestão do Conhecimento do framework LARIISA (fig 11).

O modelo a ser proposto deverá especificar claramente como os dados serão preparados e formatados. A partir destes dados, a avaliação de desempenho dos algoritmos de seleção de atributos e classificação (machine learning/ reconhecimento de padrões) poderá ser realizada. Inicialmente, será criado um grafo que mostre os atributos dos bancos de dados e onde estes estão. Esta etapa tem uma interface com o grupo de Ontologias. Para esta etapa, é necessário estudar estas tabelas e compreender o significado dos campos desta tabela.

3.4 Modelo Integrado de Inteligência do GISSA

A fase desafiadora na arquitetura é a "caça aos dados". Inicialmente, será criado um grafo que mostre os atributos dos bancos de dados e onde estes estão. Esta etapa tem uma interface com o grupo de Ontologias.

A partir do Modelo Integrado proposto, serão gerados alertas que a engine de inteligência irá fornecer aos diferentes personas através das previsões obtidas a partir dos modelos de classificação as previsões. A priorização no desenvolvimento dos alertas terá como base as necessidades das personas. A grande relevância destes alertas é prever antecipadamente situações indesejadas, como óbito materno ou infantil, e poder tomar decisões que venham impedir tais situações.

Data Mining pode ser considerado um processo de extração de potenciais conhecimentos (reconhecimento de padrões, por ex.) úteis a um determinado universo de interesse (tomada de decisão em sistemas de saúde, por ex.) a partir de variáveis ou campos de bases com uma enorme quantidade (eSUS, SINASC, por ex.) de dados (estruturados ou brutos). Ontologia, enquanto uma especificação formal (entendida pelo computador) de uma conceitualização (modelo abstrato de algo real) explícita (pode ser compartilhada) sobre um domínio de interesse, se apresenta neste contexto como um mecanismo eficiente na estruturação do conhecimento relativo a estes dados a serem tratados pelas ferramentas de Data Mining.

A figura 17 mostra o Data Mining na melhoria do processo de armazenamento e integração de dados do Data Warehouse onde é proposto que Ontologia seja usado para agregar valor na captura de conhecimento compartilhado de interesse relativo aos dados existentes no Data Warehouse. Um exemplo de um serviço agregado seria encontrar páginas com expressões sintaticamente diferentes, mas com a mesma semanticamente. Esta é a base da web semântica.

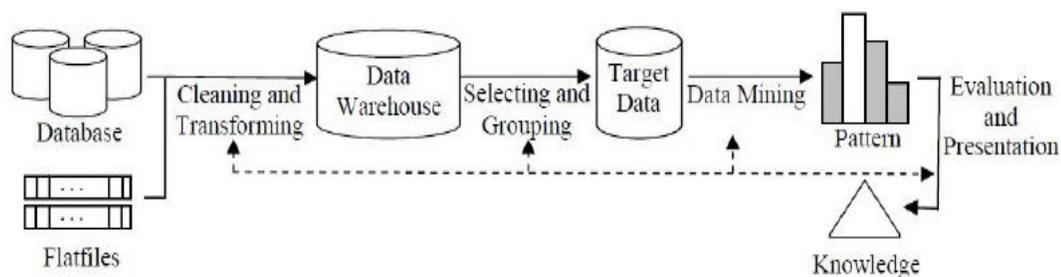


Fig 17: Processo inteligente de Dataming apoiado por Ontologias

O resultado é um Data Warehouse inteligente centrado na ontologia do usuário, o que pode ajudá-lo a contruir modelos que evitem a geração de padrões ineficientes na tarefa de predição do Data Mining.

Este novo processo apoiado por ontologias pode estender novas regras produzindo um mecanismo ativo para a redescoberta de conhecimentos.

Na figura 17 são apresentadas duas formas de relacionamento de Ontologias com Data Mining:

- Ontologias para Data Mining: agrega conhecimento no processo Data Warehouse/Data Mining com o uso de Ontologias, como explicado anteriormente.
- Data Mining para Ontologias: incluindo conhecimento do domínio logo na entrada do sistema a ser modelado com Ontologias. Neste caso, a análise final é feita sobre as Ontologias (Knowledge Mining).

A segunda abordagem acima é constituída de duas etapas:

- A construção do bloco Data Mining, que envolve a preparação de dados, seleção e extração do conhecimento.
- A construção do bloco Ontologia que terá como entrada o conhecimento extraído do bloco Data Mining, como mostrado na figura 18.

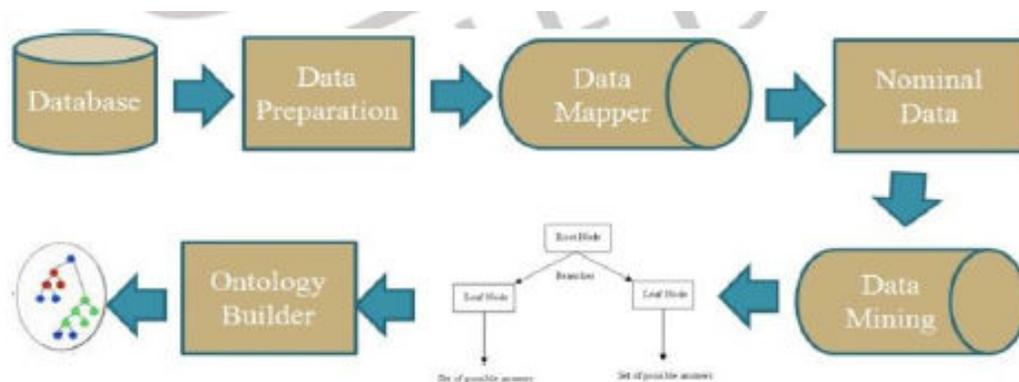


Figura 18: Construção da Ontologia a partir do Data Mining

4. OBJETIVOS

O projeto LAIS tem como objetivo especificar e implementar, a partir de um estudo analítico e experimental das tecnologias de Data Mining, Data Warehouse, Ontologias e Mushups, o modelo integrado de inteligência do LARIISA permitindo ao framework um apoio mais eficiente à tomada de decisão em sistemas de saúde para o programa Rede Cegonha do Governo Federal.

Além da definição e implementação do modelo de inteligência do LARIISA, o LAIS fará uso inédito de três mecanismos: um framework de integração de dados com interoperabilidade semântica baseado em linked data (UFC/PUC-Rio), uma metodologia de mineração de dados (IFCE/UFC) e uma modelagem de Aplicação de sistemas de saúde baseada no OntoOWL (UFES).

Ao final, três focos terão norteado os objetivos a serem alcançados no projeto:

- A definição e implementação do modelo de inteligência baseado em inferência por regras, busca semântica e mineração de dados.
- A validação da ferramenta de integração de dados com interoperabilidade semântica baseado em linked data, recém desenvolvida por pesquisadores da UFC e PUC-Rio, permitindo a disponibilidade pública das ontologias desenvolvidas no LARIISA.
- A elaboração de estratégias para harmonizar a proposta de integração de dados baseada em Linked Data na definição do modelo de inteligência do LARIISA baseado em Mineração de Dados e Ontologia.

Objetivos específicos:

- Análise do projeto LARIISA em seus aspectos conceituais, funcionais, arquiteturais e tecnológicos;
- Análise dos cenários de aplicação da Rede Cegonha, bem como das bases de dados de saúde relacionadas;
- Análise de ontologias já desenvolvidas no LARIISA para descrição de dados governamentais para saúde num cenário de integração de dados;
- Estudo das tecnologias inteligentes (Mineração de Dados e Ontologias) capazes de dotar o LARIISA de mecanismos de inferência por regras, busca semântica e mineração de dados;
- Uso da plataforma desenvolvida pela equipe da UFC/PUC-Rio para a integração de dados utilizando as ontologias desenvolvidas no projeto LARIISA;
- Avaliação da compatibilidade do modelo LAIS desenvolvido com as funcionalidades e requisitos arquiteturais do LARIISA.
- Elaboração de estratégias de harmonização da integração de dados com o modelo de inteligência do LARIISA.

5. METODOLOGIA E METAS

É foco do Projeto LAIS o desenvolvimento de um modelo de Gestão do Conhecimento do que faça uso de mecanismos de inferência, data mining e ontologias, assim como dos conceitos e aplicações do Linked Data, permitindo que os dados em diferentes bases possam ser “conectados”, a partir de padrões e ontologias, de forma que informações relacionadas possam ser complementadas e integradas, ampliando a compreensão do contexto sobre o qual as informações estão inseridas e que podem gerar como resultado.

5.1 Metodologia

Com o intuito de ilustrar a metodologia a ser usados no LAIS, segue o seguinte cenário:

Objetivo: Permitir a análise de dados sobre gestantes. Exemplos de consultas:

- Quantidade de gestantes potencialmente em risco, segundo uma região, período e/ou faixa-etária?
- Quantidade de mães que vieram a óbito por problema de diabetes, doenças crônicas, ou tabagismo.

A metodologia utilizada para atingir este objetivo consiste em 6 passos:

- Passo 1: Modelagem da Ontologia de Aplicação;
- Passo 2: Seleção das Fontes de Dados;
- Passo 3: Geração das Ontologias Exportadas;
- Passo 4: Identificação das Ligações (links same-as);
- Passo 5: Limpeza dos Dados.
- Passo 6: Especificação das Regras de Inferências

Passo 1: Modelagem da Ontologia de Aplicação:

Ação: Com a Ontologia de Aplicação, especificar formalmente os conceitos do domínio da aplicação em foco. Ela é utilizada como o vocabulário comum de integração de dados.

Modelo: A Ontologia de Aplicação a ser utilizada é mostrada na figura 19.

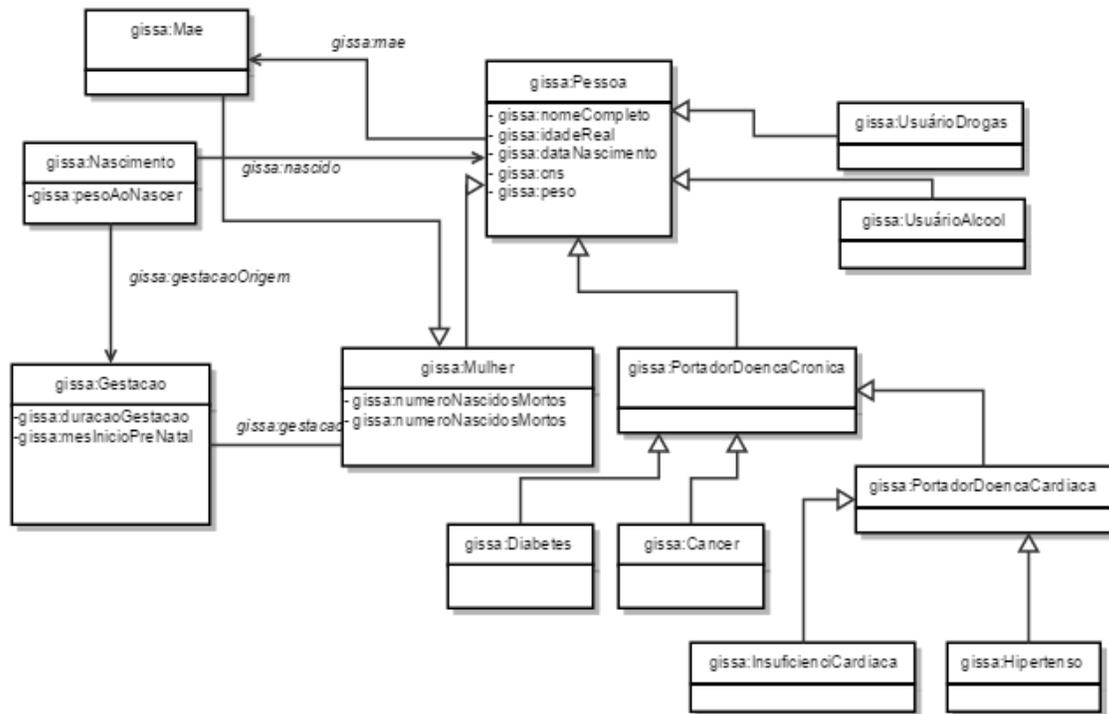


Figura 19 – Ontologia de Aplicação do GISSA

Passo 2: Seleção das Fontes de Dados;

Ação: Para a etapa de Seleção de Dados, serão escolhidas as fontes para obtenção de informações sobre a gestante e sua gestação (SINASC), bem como gestações passadas. Além disso, também é relevante informações sobre o indivíduo, tais como doenças crônicas, dados sociodemográficos, etc. (E-SUS).

Modelo: As bases utilizadas são do E-SUS e SINASC

Passo 3: Geração das Ontologias Exportadas;

Ação: As Ontologias Exportadas descrevem os esquemas das fontes locais em termos da OA. A ontologia exportada é um sub conjunto da ontologia de domínio. Para gerá-las, é necessária a criação de regras de mapeamentos semânticos entre os esquemas das fontes de dados e a OA.

Modelo: Na Figura 20 é mostrado o mapeamento do esquema relacional, GISSA_REL, para a Ontologia Exportada, GISSA_OWL, e as Ontologias Exportadas das bases E-SUS e SINASC.

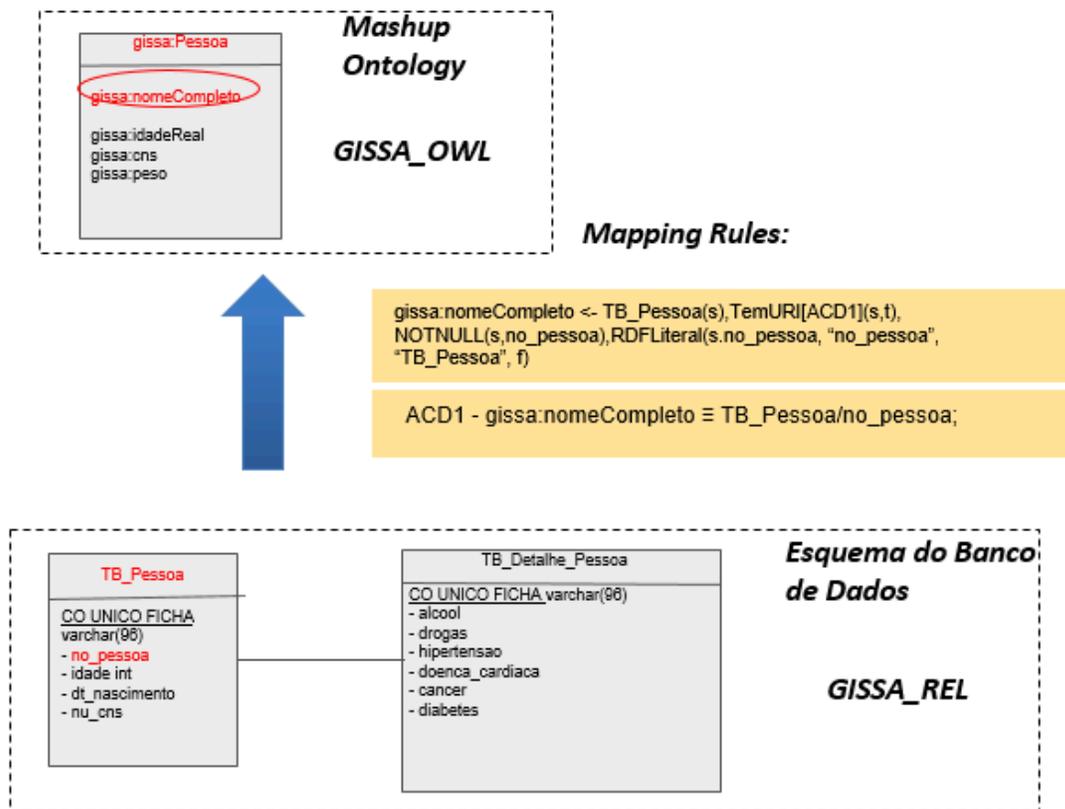


Figura 20 – Ontologia de Aplicação do GISSA

Passo 4: Identificação das Ligações (links *same-as*);

Ação: Os links *same-as* são responsáveis por identificar entidades iguais entre fontes de dados heterogêneas. A heurística utilizada para encontrar registros idênticos entre as bases selecionadas teve como referencial o match dos atributos Nome Completo, Data de Nascimento e Número CNS da entidade Pessoa.

Modelo: A figura 20 mostra a identificação dos links entre as duas fontes

Passo 5: Limpeza dos Dados.

Ação: Trata-se do processo clássico de higienização das bases envolvidas

Modelo: A figura 20 refere-se também aos links entre as duas bases (E-SUS e SINASC)

Passo 6: Especificação das Regras de Inferências

Ação: Com as Ontologias populadas e as regras definidas, assim como a ligação entre as fontes de dados estabelecida, inferir sobre os dados. Por exemplo, a quantidade de gestantes potencialmente em risco, segundo uma região, período ou faixa etária, a quantidade de mães que vieram a óbito por problema de diabete, doenças crônicas ou tabagismo.

Modelo: Consiste na inferência entre as fontes de dados.

5.2 Metas

Do ponto de vista de gerência de projeto, o projeto LAIS apresenta 7 metas.

META 1: Montagem da Infraestrutura de Execução do Projeto

Seleção dos bolsistas e a montagem da infraestrutura de execução do projeto (ex: configuração de dispositivos, rede, etc).

- **META 2: Revisão Bibliográfica**

Revisão bibliográfica dos trabalhos acadêmicos publicados na área do projeto.

- **META 3: Especificação e Modelagem**

Definição das soluções computacionais que serão adotadas e implementadas. Para cada solução será realizada a especificação e a modelagem.

- **META 4: Desenvolvimento**

Implementação das soluções definidas na Especificação e Modelagem (META 3). O desenvolvimento ocorrerá em diversas *sprints*, conforme modelo ágil de gestão.

- **META 5: Verificação, Validação e Testes**

Verificação, validação e testes do que foi desenvolvido para que seja avaliado se o que foi planejado foi realmente realizado.

- **META 6: Documentação do Sistema**

Elaboração da documentação técnica (código-fonte) de manuais para propósitos de futuras manutenções e aprimoramentos.

- **META 7: Publicação dos Resultados**

Publicação dos resultados em eventos científicos locais, nacionais e internacionais, além de publicações em periódicos e conferências.

6. INDICADORES DE ACOMPANHAMENTO

A Tabela 1 apresenta os indicadores de acompanhamento do projeto que serão utilizados para gerenciar, controlar e alcançar os objetivos específicos apresentados.

O monitoramento dos indicadores será realizado por meio de ferramentas de *Business Intelligence*, planilhas eletrônicas e softwares de gerenciamento de projetos.

OBJETIVO ESPECÍFICOS DO PROJETO	METAS	INDICADOR(ES)
Análise do projeto LARIISA em seus aspectos conceituais, funcionais, arquiteturais e tecnológicos;	2, 3, 4	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma
Análise dos cenários de aplicação da Rede Cegonha, bem como das bases de dados de saúde relacionadas;	2, 3, 4	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma, Satisfação dos Stakeholders
Análise de ontologias já desenvolvidas no LARIISA para descrição de dados governamentais para saúde num cenário de integração de dados;	2, 3, 4	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma, Satisfação dos Stakeholders
Estudo das tecnologias inteligentes (Mineração de Dados e Ontologias) capazes de dotar o LARIISA de mecanismos de inferência por regras, busca semântica e mineração de dados;	3, 4, 5	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma
Uso da plataforma desenvolvida pela equipe da UFC/PUC-Rio para a integração de dados utilizando as ontologias desenvolvidas no projeto LARIISA;	4, 5, 6	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Q Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma, Satisfação dos Stakeholders
Avaliação e divulgação dos resultados da compatibilidade do modelo LAIS desenvolvido com as funcionalidades e requisitos arquiteturais do LARIISA.	5, 6, 7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma
Elaboração de estratégias de integração de dados com o modelo de inteligência do LARIISA.	5, 6	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma,

OBJETIVOS ESPECÍFICOS GENÉRICOS		
Intensificar a participação de alunos de nível superior em atividades de iniciação científica	1 ao 7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Produtividade, Qualidade
Preparar alunos do IFCE para a pós-graduação	1 ao 7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Produtividade, Qualidade
Capacitar alunos qualificados para transferir conhecimentos e inovação tecnológica para a sociedade	1 ao 7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade
Aumentar dos índices de produtividade da pesquisa local, regional e nacional	7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Execução do Orçamento
Publicar artigos científicos em conferências nacionais e internacionais, bem como em periódicos indexados da área	7	Eficácia, Eficiência, Efetividade, Capacidade, Produtividade, Qualidade, Desempenho do Cronograma, Execução do Orçamento

Segue abaixo breve descrição dos nove indicadores citados na Tabela 1:

- Indicador de Eficácia: relação entre os resultados obtidos e os resultados pretendidos.
- Indicador de Eficiência: relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados.
- Indicador de Efetividade: conjugação da eficácia com a eficiência.
- Indicador de Capacidade: relação entre a quantidade que se pode produzir e o tempo para que isso ocorra.
- Indicador de Produtividade: relação entre as saídas geradas por um trabalho e os recursos utilizados para isso. Exemplo: produtividade da equipe.
- Indicador de Qualidade: relação entre as saídas totais e as saídas adequadas ao uso, isto é, sem defeitos ou inconformidades.
- Indicador de Desempenho do Cronograma: relação entre as atividades que devem ser executada e o tempo.
- Indicador de Execução do Orçamento: execução do orçamento disponibilizado pelo CNPq/MCTI.
- Indicador de Satisfação dos *Stakeholders*: satisfação dos integrantes da equipe e dos gestores da APP com os resultados do projeto.

7. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

7.1 Contribuição Científica

A principal contribuição do LAIS, aqui proposto, é a consolidação do LARIISA, um projeto iniciado em 2009, resultado dos trabalhos de pós-doutorado dos bolsistas Mauro Oliveira (CNPq) na Universidade de Ottawa e Odorico Monteiro (CAPES) na Universidade de Montreal.

O LARIISA é um sistema formado por um conjunto de componentes que permitem a coleta, integração, transformação, inferência e visualização de informações de forma a fornecer aos usuários finais fatos e dados necessários às diversas decisões relacionadas a saúde pública, ajudando os usuários do sistema de saúde a tomarem melhores decisões, evitando o desperdício de recursos públicos.

Desde sua primeira publicação em 2010 [23], o LARIISA tem produzido dezenas de artigos e dissertações de mestrado, sendo, atualmente, tema de 2 teses de doutorado (Universidade de Beira Interior – Portugal- e UNIFOR – Ceará). Seu desdobramento resultou em dois projetos de pesquisa, em andamento: NextSAUDE, financiado pela FUNCAP, e GISSA, financiado pela FINEP.

Outra contribuição relevante no plano acadêmico é o uso inédito do framework de integração de dados com interoperabilidade semântica baseado em Linked Data, desenvolvido pela UFC em parceria com a PUC-Rio, associado a uma metodologia de Mineração de Dados, desenvolvida pelo IFCE em parceria com a UFC. Estes dois mecanismos integraram trabalhos de Linked Data/Mushups e Mineração de Dados num cenário de modelagem com Ontologia de Domínio desenvolvido com a ferramenta OntoOWL (UFES).

Finalmente, como qualquer projeto acadêmico de pesquisa, o LAIS motivará a relação institucional entre o IFCE, campus Aracati (interior do Estado do Ceará) com centros avançados de pesquisa nacionais (IFCE Fortaleza, UFC, UFPE, UFES, UNESPI, FIOCRUZ-CE) e internacionais, mais precisamente com o Prof Nazim Agoulmine da Universidade de Evry, parceiro do LARA desde 1993.

7.2 Contribuição Tecnológica e de Inovação

O projeto LAIS se propõe a solução de inteligência para os protótipos dos projetos NextSAUDE e GISSA, este último em parceria com o Instituto Atlântico (associado ao CPQD). A proposta tem como objetivo especificar e implementar, a partir de um estudo analítico e experimental das tecnologias de Data Mining, Data Warehouse, Ontologias e Mushups, o modelo integrado de inteligência da plataforma LARIISA (projetos NextSAUDE e GISSA).

Além da consolidação acadêmica do LARIISA, o projeto LAIS deverá prestar uma importante contribuição para o Ministério da Saúde uma vez que tanto o NextSAUDE quanto o GISSA tem como objetivo fornecer uma plataforma inteligente para tomada de decisão nos cenários de Atenção/Internação Domiciliar e Atenção às Gestantes (programa Rede Cegonha), respectivamente. A expectativa é de que esta pesquisa possa consolidar um novo framework para integração de dados no trato da interoperabilidade semântica, problema existente em praticamente todos os grandes sistemas de informação. Para tanto o LAIS será densamente focado na Inferências por Regras, a Buscas Semânticas e a Mineração de dados, os três componentes que compõem o Modelo de Inteligência da Gestão de saúde do framework GISSA.

Por último, ressalta-se que pelo fato do LAIS ser um projeto de inovação, o framework estará em constante evolução. Ao se descobrir novos problemas e anseios da saúde pública brasileira, novas soluções serão incluídas ao framework. Na verdade, isso já vem acontecendo. Recentemente o LARA submeteu ao PIBIC (FUNCAP/CNPq) o projeto V_DADO, um sistema para dar maior Velocidade nas situações de urgência em saúde no projeto DADO (Desenvolvimento de Aplicativos para Assistência Domiciliar). O V-DADO é constituído por: um sistema de hardware (V-hard), software embarcado (V-soft) aliado a uma aplicação (V-apli). O sistema se completa com uma rede social (V-rede) e mecanismos inteligentes baseados em ontologia (V-onto). Percebe-se que o V_DADO é totalmente compatível com os objetivos do LAIS.

7.3 Contribuição Social

O projeto LAIS promoverá um grande impacto social ao fornecer mecanismos de inteligência aos protótipos do GISSA e do NextSAUDE. Estes mecanismos podem produzir inferências capazes de apoiar mais eficiente a tomada de decisão dos atores envolvidos nos respectivos ambientes (médico, enfermeiro, agente de saúde, gestor do hospital, paciente, etc.), qual sejam, o da Rede Cegonha (acompanhamento da gestante) e da atenção (internação) domiciliar. Estas inferências podem produzir alarmes, notificações, aconselhamentos, etc., capazes de melhorar a qualidade da população atendida pelo GISSA e pelo NextSAUDE.

8. ORÇAMENTO DETALHADO E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

8.1 Orçamento

Custeio			
Passagens e Diárias			
<i>Descrição</i>	<i>Valor Unitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Valor Total</i>
Passagens Visitas Parceiros Internacionais	R\$ 4,000.00	2	R\$ 8,000.00
Diárias Visitas Parceiros Internacionais	R\$ 720.00	6	R\$ 4,320.00
Passagens Congressos Nacionais	R\$ 1,500.00	10	R\$ 15,000.00
Diárias Congressos Nacionais	R\$ 320.00	30	R\$ 9,600.00
Material de consumo e outros itens de custeio			
Material de Consumo, componentes e/ou peças de reposição de equipamentos, instalação, recuperação e manutenção de equipamentos	R\$ 5,500.00	1	R\$ 5,500.00
TOTAL CUSTEIO:			R\$ 42,420.00
Capital			
Equipamentos e material permanente			
<i>Descrição</i>	<i>Valor Unitário</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Valor Total</i>
Computadores Notebook	R\$ 3,500.00	5	R\$ 17,500.00
TOTAL CAPITAL:			R\$ 17,500.00
TOTAL ORÇAMENTO:			R\$ 59,920.00

8.2 Justificativa do orçamento

Custeio	
Passagens e Diárias	
<i>Descrição</i>	<i>Justificativa</i>
Passagens Visitas Parceiros Internacionais	Viagem internacional para o colaborador estrangeiro ou levar um membro local a instituição estrangeira.
Diárias Visitas Parceiros Internacionais	Duração prevista da visita é de 7 dias.
Passagens Congressos Nacionais	Participação em congressos, seminários e/ou workshops.
Diárias Congressos Nacionais	Apresentação de trabalhos em congressos/ seminários/ etc.
Material de consumo e outros itens de custeio	
<i>Descrição</i>	<i>Justificativa</i>
Material de Consumo, componentes e/ou peças de reposição de equipamentos, instalação e manutenção de equipamentos.	Verba a ser utilizada para auxiliar o andamento do projeto, mantendo a infraestrutura já existente.

Capital	
Equipamentos e material permanente	
<i>Descrição</i>	<i>Justificativa</i>
Notebooks	Computadores para os pesquisadores e alunos dos projetos realizarem as pesquisas propostas.

10. IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES

10.1 Professores/Pesquisadores Participantes do Projeto

A Tabela 1 contém os pesquisadores com bolsa de produtividade ou produção acadêmica equivalente que participarão da equipe executora do projeto.

Nome	Link do CV Lattes e Vínculo	Área de Atuação no Projeto
Antônio Mauro Barbosa de Oliveira PROPONENTE Do PROJETO	http://lattes.cnpq.br/1357467185030086 <ul style="list-style-type: none">• Professor e Coordenador do Laboratório de Redes de Computadores do IFCE-Aracati (LARA)• Bolsista do PROAPP (Programa de Apoio à Produtividade em Pesquisa - do IFCE)	<ul style="list-style-type: none">• Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em redes de computadores e no uso informática sistemas de saúde. Atuará como coordenador geral do projeto LAIS e no desenvolvimento de soluções baseadas em ontologias.
Carina Teixeira de Oliveira	http://lattes.cnpq.br/2893590409825756 <ul style="list-style-type: none">• Professora e coordenadora de Pesquisa e Extensão do IFCE-Aracati.• Membro da comissão das Incubadoras do IFCE - Regional Leste/Vale do Jaguaribe.	Tem experiência na área Computação e Teleinformática, atuando redes de computadores avaliação de desempenho e sistemas de tomada de decisão. Sua atuação será no desenvolvimento de aplicações.
Reinaldo Bezerra Braga	http://lattes.cnpq.br/2893590409825756 <ul style="list-style-type: none">• Professor e Coordenador do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do IFCE-Aracati.	Como pesquisador atua na área de redes de computadores e sistemas ubíquos com sensibilidade ao contexto. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações.

<p>Vania Maria Ponte Vidal</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/9431229866203038</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Professora Associada da Universidade Federal do Ceará (UFC) ● Realizou estágio pós-doutoral na École Polytechnique Fédérale de Lausanne , Suíça (2007/2008). 	<p>Suas principais áreas de interesse incluem integração semântica, integração de dados na web, descoberta de conhecimento em dados de mobilidade. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de ontologias, linked data e na concepção da arquitetura do LAIS.</p>
<p>Ronaldo Fernandes Ramos</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/6350043279210590</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Professor pesquisador do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. ● Pesquisador Colaborador da Universidade Estadual do Ceará , Brasil 	<p>Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em eng de software e sistemas especialistas. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento do modelo baseado em Mineração de Dados</p>
<p>César Olavo Moura Filho</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/6966901006537721</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Professor do IFCE-Fortaleza. 	<p>Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em engenharia de software e modelagem. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações.</p>
<p>José Neuman de Souza</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/3614256141054800</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1D ● Professor Titular da Universidade Federal do Ceará (UFC) ● Membro SÊNIOR do IEEE ● Editor Sênior no corpo editorial (board) do Journal of Network and Computer Applications (ISSN: 1084-8045, Elsevier). 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Telecom, atuando principalmente nos seguintes temas: redes de computadores, gerência de redes, sistemas de informação, grades e nuvens computacionais. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações.

Os demais pesquisadores que irão participar deste projeto estão descritos a seguir.

<p>Anilton Salles Garcia</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/1029501009628001</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Produtividade em Pesquisa do CNPq - Professor Voluntário aposentado da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) 	<p>Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecom, atuando principalmente nos seguintes temas: Modelagem de Informação suportada por Ontologia, Interoperabilidade. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de ontologias e na concepção da arquitetura do LAIS..</p>
<p>Paulo Roberto Freire Cunha</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/2026295360734357</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco, desde 1992, ● Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B ● Diretor Científico da FACEPE. ● Consultor, Assessor da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). 	<p>Tem experiência na área de ciência da computação, redes de computadores, modelagem e sistemas formais. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações e na concepção da arquitetura do LAIS..</p>
<p>José de Ribamar Martins Bringel Filho</p>	<p>http://lattes.cnpq.br/0230436519183726</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Professor Adjunto I da Universidade Estadual da UESPI desde 05/2012 ● Atualmente é coordenador do Omnipresent and Pervasive Systems Laboratory - OPALA (UESPI), 	<p>Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em engenharia de software e modelagem. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento do modelo baseado em Ontologia e Mineração de Dados</p>

Nazim Agoulmine	<p>http://dblp.uni-trier.de/pers/hd/a/Agoulmine:Nazim</p> <ul style="list-style-type: none">• Professor Titular da University of Evry Val d'Essonne, França,• Responsavel pelo laboratório IBISC, University of Evry• Professor visitante da POSTECH, Korea do Sul.• Membro Senior do IEE• Editor do Journal on Computer Networks	<p>Tem experiência em ciência da computação, redes de computadores, dispositivos móveis, cloud computer, Internet das coisas, etc. Sua atuação no projeto será na coordenação da equipe da Universidade de Evry, mais especificamente no desenvolvimento de aplicações baseadas em ontologias.</p>
-----------------	--	--

10.2 Alunos de Doutorado, Mestrado e Graduação Participantes

Os alunos de doutorado, mestrado e graduação que estarão envolvidos no projeto estão listados na Tabela 3. Vale ressaltar que o doutorando é também professor do IFCE.

Nome	Link do CV Lattes e Vínculo	Área de Atuação no Projeto
Mario Wedney	http://lattes.cnpq.br/2139341870563949 <ul style="list-style-type: none">• Atualmente é professor titular do Instituto Federal de Ciencia, Educação e Tecnologia do Ceará (IFCE).• Bolsista de Doutorado no Exterior do CNPq	Suas experiências e áreas de concentração principais são: matemática, educação, redes bayesianas e TICs em saúde. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações inteligentes baseadas em redes bayesianas.
Ricardo Taveira	http://lattes.cnpq.br/6322998211288243 <ul style="list-style-type: none">• Atualmente é professor titular do Instituto Federal de Ciencia, Educação e Tecnologia do Ceará (IFCE).• Doutorado em andamento em Informática Aplicada. Universidade de Fortaleza, UNIFOR, Brasil.	Tem experiência na área de Sistemas de Informação, como analista de sistemas e desenvolvedor em aplicações cliente-servidor, sistemas Web nas plataformas Java. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de aplicações inteligentes e Internet das Coisas.
Germano Teles	http://lattes.cnpq.br/5853409298916397 <ul style="list-style-type: none">• Atualmente é funcionário celetista do Banco do Nordeste do Brasil.• Professor Universitário• Bolsista de Doutorado no Exterior do programa Ciência Sem Fronteiras.	Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Desenvolvimento de Sistemas, dispositivos móveis (Android/ iOS) e redes. Sua atuação no projeto será no desenvolvimento de soluções com Mineração de Dados

Eliezio Neto	http://lattes.cnpq.br/3023178534544344 <ul style="list-style-type: none"> Aluno de Graduação no Bacharelado em Ciência da Computação no IFCE-Aracati 	<p>Áreas de focados em programação de computadores, computação móvel e web semântica</p> <p>Sua atuação no projeto será no apoio ao desenvolvimento de aplicações inteligentes</p>
Arthur Bezerra Nunes	http://lattes.cnpq.br/6034491435567692 <ul style="list-style-type: none"> Aluno de Graduação no Bacharelado em Ciência da Computação no IFCE-Aracati 	<p>Suas principais áreas de interesse incluem segurança, aplicações Web e para TV Digital.</p> <p>Sua atuação no projeto será no apoio ao desenvolvimento de aplicações inteligentes.</p>

Tabela 1 - Alunos de doutorado, mestrado e graduação participantes

11. Grau de Interesse e Comprometimento

11.1 Colaboração Nacional

A principal estratégia utilizada na indicação na colaboração das instituições e pesquisadores foi focar na continuidade dos dois projetos em andamento, NextSAUDE e GISSA, aos quais se destina o modelo integrado de inteligência baseado em ontologias e mineração de dados proposto pelo projeto LAIS.

Assim, os principais pesquisadores de universidades parceiras envolvidos no NextSAUDE aceitaram participar do LAIS. Embora não citados nominalmente neste projeto, desenvolvedores do projeto GISSA manifestaram sua disposição de colaborar e, eventualmente, adotarem como tema de mestrado e doutorado a proposta do LAIS: modelo de inteligência para o projeto LARIISA.

11.2 Colaboração Internacional

No plano internacional, em 2015 foram iniciadas duas ações que podem ser relacionadas aos objetivos do LAIS:

- O coordenador do LAIS, Prof Mauro Oliveira, esteve no laboratório IBISC, University of Evry Val d'Essonne, França, em 2015, na qualidade de Professor Visitante. Neste íterim, o Prof Mauro Oliveira teve oportunidade de trabalhar diretamente com o Prof Nazim Agoulmine e com membros de seu laboratório. Artigos com o tema proposto pelo LAIS foram elaborados e apresentados no ADVANCE 2016 (<https://lrsm.ibisc.univ-evry.fr/ADVANCE2015/>).
- Em dezembro de 2015 aconteceu na cidade de San Diego, Califórnia (USA) a reunião do IEEE Healthcom, como parte do evento do GLOBECOM 2015 (<http://globecom2015.ieee-globecom.org/>). Estiveram presentes a esta reunião o coordenador do LAIS, Prof Mauro Oliveira, o vice coordenador do NextSAUDE e participante do LAIS, Prof Paulo Cunha (UFPE). Na ocasião foi empossado o Prof Nazim Agoulmine, pesquisador colaborador do LAIS, como presidente do Comitê de Programa do IEEE Healthcom 2016.

A expectativa é que o projeto LAIS possa ser, em 2016, um elo de colaboração com a laboratório IBISC, University of Evry Val d'Essonne, França, e participar ativamente do IEEE Healthcom, entidade que reúne os principais esforços mundiais do uso de TICs em saúde.

11.3 Projetos de Pesquisa dos Executores do Projeto LAIS

IFCE – Campus Aracati

Antonio Mauro Barbosa de Oliveira

- 2014-2015: Projeto METAL: **Mecanismo de comunicação entre concessionárias e clientes baseada na TV Digital – METAL.**

Financiamento: ANEEL

Parceria: COELCE – Companhia de Eletricidade de Ceará

- 2013-2015: Projeto CLIMA: **Cloud Lariisa, uma Plataforma para Integração de Dados para a Governança de Sistemas da Saúde Pública em Ambiente de Computação em Nuvens**

EDITAL_009_PIBITI_CNPQ_IFCE

- 2013-2015: Projeto DADO: **Diga-Saúde em Assistência Domiciliar, um protótipo para internação domiciliar baseado no modelo Brasileiro de TV Digital e em dispositivos móveis.**

EDITAL_010_PIBIC__CNPQ_FUNCAP_IFCE

- 2013-2015: Projeto Aracati Digital 2020:

EDITAL_011_PIBIC Jr__CNPQ_FUNCAP_IFCE

- 2013- 2015: Projeto PRECES: **PROfissionalização do dependentE químico, Como Estratégia de inserção Social**

EDITAL_01/2014 – PROEX_FUNCAP_IFCE

- 2014-2015: Projeto PRETA: **PRETA - Pré-REsidência em Tecnologia de InformáticA.** Chamada Pública MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras nº 18/2013: Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação

- 2014-2015: Projeto NextSAUDE (em andamento, comentado no LAIS)

- 2014-2017: Projeto GISSA (em andamento, comentado no projeto LAIS)

Reinaldo Bezerra Braga:

- 2012–2012 Ulysses (Análise de trajetórias de usuários para identificação de padrões e extração de pontos de interesse)
- 2011-2011 MOVE (Descoberta de Objetos Móveis)

- 2009-2009 GRADPAD (Plano de Testes e Mecanismo de Segurança para Grades Computacionais)
- 2008-2009 GT-VCG
- 2008-2009 SIMEGRID (CT-INFO)
- 2007-2008 MAIS: Mobilidade, Alto desempenho, Interconexão e Segurança em redes de computadores
- 2014-2015: Projeto NextSAUDE (em andamento, comentado no LAIS)
- 2014-2017: Projeto GISSA (em andamento, comentado no projeto LAIS)

Carina Teixeira de Oliveira:

- 2012–Atual Grupo de Trabalho RNP (GT-MCC – Minha Cloud Científica)
- 2012–Atual PADBR (Infra-Estrutura Nacional de Processamento Computacional Avançado)
- 2008–2009 Redecomep/RNP
- 2008–2009 Inovação no Design de Eletrônicos
- 2005–2005 SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital)
- 2014-2015: Projeto NextSAUDE (em andamento, comentado no LAIS)
- 2014-2017: Projeto GISSA (em andamento, comentado no projeto LAIS)

IFCE – Campus Fortaleza

Ronaldo Ramos

- 2014-2015: Projeto METAL: **Mecanismo de comunicação entre concessionárias e clientes baseada na TV Digital – METAL.**

Financiamento: ANEEL

Parceria: COELCE – Companhia de Eletricidade de Ceará

- 2013-2015: Projeto CLIMA: **Cloud Lariisa, uma Plataforma para Integração de Dados para a Governança de Sistemas da Saúde Pública em Ambiente de Computação em Nuvens**

EDITAL_009_PIBITI_CNPQ_IFCE

- 2014-2015: Projeto NextSAUDE (em andamento, comentado no LAIS)
- 2014-2017: Projeto GISSA (em andamento, comentado no projeto LAIS)

Cesar Olavo Moura Filho

- 2014-2015: Projeto METAL: **Mecanismo de comunicação entre concessionárias e clientes baseada na TV Digital – METAL.**
Financiamento: ANEEL
Parceria: COELCE – Companhia de Eletricidade de Ceará
- 2013-2015: Projeto DADO: **Diga-Saúde em Assistência Domiciliar, um protótipo para internação domiciliar baseado no modelo Brasileiro de TV Digital e em dispositivos móveis.**
EDITAL_010_PIBIC__CNPQ_FUNCAP_IFCE
- 2013-2015: Projeto Aracati Digital 2020:
EDITAL_011_PIBIC Jr__CNPQ_FUNCAP_IFCE
- 2014-2015: Projeto NextSAUDE (em andamento, comentado no LAIS)
- 2014-2017: Projeto GISSA (em andamento, comentado no projeto LAIS)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Vania Vidal

- 2011 – 2013: Descrição, Publicação e Acesso a Conjuntos de Linked Data
- 2010 – 2014: PACMDCC, Parcerias Acadêmicas para Consolidação do Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação da UFC
- 2009 – 2011: CID: Especificação e Implementação da Camada de Integração de Dados do S2GPR (Sistema de Gestão Governamental por Resultados)
- 2008 – 2010: Infraestrutura de Metadados para Objetos Científicos
- 2001 – 2004: ADaWeb: Acesso a Dados Web-- Modelos, Técnicas e Ferramentas

José Neuman de Souza:

- 2009 – 2009 Context Aware Mobile Service Delivery Middleware
- 2009 – Atual INCT - MACC (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Medicina Assistida por Computação Científica)
- 2008 – Atual SERGIPE - Sensoriamento Remoto em Ambiente de Gás e Petróleo
- 2008 – Atual Pesquisa e Desenvolvimento em Computação Científica Distribuída
- 2006 – Atual Projeto GigaFor - Rede Metropolitana de Alta Velocidade de Fortaleza
- 2005 – 2008 GigaMan P2P - Infra-estrutura Peer-to-Peer para Gerenciamento de redes Ópticas

12. Disponibilidade efetiva de infra-estrutura e apoio técnico

O Laboratório de Redes de Computadores de Aracati (LARA) é o mais antigo grupo de pesquisa e desenvolvimento do Estado do Ceará na área de informática. Desde a sua criação, em 2087, o LAR é coordenado pela Prof Antônio Mauro Barbosa de Oliveira e tem como Presidente de Honra (e um dos fundadores) o saudoso Prof Luiz Fernando Gomes Soares (Professor Titular da PUC-Rio, criador do GINGA-NCL, Recomendação 761 do ITU-T) que muito contribui para a formação do LAR.

Atualmente, o grupo desenvolve pesquisa no uso de TICs na área da saúde, em três áreas de aplicação: Aquisição de dados (TV digital, dispositivos móveis), Inteligência (Ontologia e Mineração de Dados) e Plataforma de Comunicação (SOA, Cloud, Internet das Coisas). O LARA está vinculado ao Curso em Ciência da Computação do IFCE, Campus Aracati e está cadastrado no Diretório de Grupos do CNPq, com liderança do prof. Mauro Oliveira, tendo como Pesquisadores-chefe Reinaldo Braga Bezerra e Carina Teixeira de Oliveira.

O LAR é composto por professores, pesquisadores colaboradores e estudantes de pós-graduação e graduação do Instituto Federal do Ceará (IFCE), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do espírito Santo (UFES), da Pontifíca Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e de outras Instituições de Ensino Superior (IES).

A equipe do LAR é composta de 5 professores doutores, todos envolvidos neste projeto, 3 doutorandos, 7 mestrandos e cerca de 15 bolsistas (CNPq, FUNCAP, etc), além de cerca de uma dúzia de alunos de graduação voluntários.

Em termos de infra-estrutura, o LAR possui condições de abrigar este projeto, necessitando apenas adquirir material permanente específico para a implantação do ambiente proposto. Em julho de 2016, o IFCE Aracati deverá se transferir para novas instalações, duplicando o número de laboratórios de pesquisa e salas para professores.

Dentro os Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento realizados pelo grupo e relacionados ao projeto proposto, pode-se citar:

14. Bibliografia

- [1] Oliveira, A.M.B. LARIISA, Laboratório Redes de Computadores & Inteligência Artificial. Post-doctoral project at the University of Ottawa. CNPq, Science and technology of Brazil. 2009. Disponível em www.maurooliveira.com.br.
- [2] Relatório FINEP - Projeto GISSA, "User Story & Modelagem de Risco de Óbito Materno". Instituto Atlântico. Fortaleza. Ceará. 2015. Disponível em www.maurooliveira.com.br.
- [3] Projeto NextSAUDE. Núcleos de Excelência em Interoperabilidade Semântica de Sistemas de Saúde. Fortaleza. Ceará. 2014. Disponível em www.maurooliveira.com.br.
- [4] G. Guizzardi and T. P. Sales, "Detection, Simulation and Elimination of Semantic Anti-patterns in Ontology-Driven Conceptual Models," in *International Conference on Conceptual Modeling (ER)*, 2014.
- [5] P. P. F. Barcelos, V. A. dos Santos, F. B. Silva, M. Monteiro, and A. S. Garcia, "An Automated Transformation from OntoUML to OWL and SWRL," in *Seminário de Pesquisa em Ontologias no Brasil (ONTOBRAS)*, 2013, pp. 130–141.
- [6] G. Fischer and J. Ostwald, "Knowledge Management: Problems, Promises, Realities, and Challenges," *Intell. Syst.*, vol. 16, no. 1, pp. 60–72, 2001.
- [7] I. Nonaka and H. Takeuchi, *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York, USA: Oxford University Press, 1995.
- [8] G. Guizzardi, "Theoretical foundations and engineering tools for building ontologies as reference conceptual models," *Semant. Web J.*, vol. 1, no. 1,2, pp. 3–10, 2010.
- [9] G. Guizzardi, "Ontological Foundations for Structural Conceptual Models," Centre for Telematics and Information Technology, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 2005.
- [10] G. Guizzardi, A. P. das Graças, R. S. S. Guizzardi, and A. Pinheiro, "Design Patterns and Inductive Modeling Rules to Support the Construction of Ontologically Well-Founded Conceptual Models in OntoUML," in *International Workshop on Ontology-Driven Information Systems (ODISE)*, 2011, vol. 83, pp. 402–413.

- [11] C. A. M. Bastos, A. C. M. Bruno, A. Garcia, L. Rezende, M. A. F. Caldas, M. L. Sanchez, and S. J. Mecena Filho, "Managing Information and Knowledge: a proposal methodology for building an integrated model based on information assets identification," in *Proceedings of the International Conference on Knowledge Discovery and Information Retrieval and the International Conference on Knowledge Management and Information Sharing*, 2013, pp. 520–525.
- [12] Andrade, L.O.M. Sistemas integrados de saúde, redes e linhas de Cuidado: construção de modelagem para estudo Comparado Brasil Canadá. Post-doctoral project at the University of Quebec in Montreal. CAPES, Education Ministry of Brazil. 2009.
- [13] Denis J.L.; Champagne F; Pomey M.P. Towards a Framework for Analysis of Governance in Health Care Organisations and Systems. Recherche de Publications – CCHSA. Université de Montreal. 2008. Contandriopoulos A.P.; Denis J.L.; Touai N.; Rodriguez A. The Integration of health Care: Dimensions and Implementations. In: GRIS - Groupe de Recherche Interdisciplinaire en Santé. Work paper N04-01. Université de Montreal. 2003.
- [14] Contandriopoulos D., Denis J.-L., Langley A., Valette A. Governance Structures and Political Processes in the Public System: Lessons from Quebec. *Public Administration*. 2004;82(3):627– 54.
- [15] M. Alavi and D. E. Leidner, "Knowledge Management Systems: Issues, Challenges, and Benefits," *Commun. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2es, 1999
- [16] R. S. S. Guizzardi, "Agent-oriented Constructivist Knowledge Management," University of Twente, 2006.
- [17] C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. L. Rein, "Groupware: Some issues and experiences," *Commun. ACM*, vol. 34, no. 1, pp. 39–58, 1991.
- [18] OMG, "Model Driven Architecture (MDA): MDA Guide Rev. 2.0," 2014.
- [19] W3C, "RDF/XML Syntax Specification," 2014.
- [20] W3C, "OWL 2 Web Ontology Language Document Overview," 2012.
- [21] W3C, "SWRL: Semantic Web Rule Language - Combining OWL and RuleML," 2004.
- [22] W3C, "SPARQL 1.1 Overview," 2013.
- [23] Oliveira M., Andrade O.M., Hairon C.G., Moura R.C, Fernandes S., Bringel J., Gensel J., Martin H., Sicotte C., Denis J-L. A Context-Aware Framework for Health Care Governance Decision-Making Systems: A model based on the Brazilian Digital TV. Second IEEE Workshop on Interdisciplinary Research on E-health Services and Systems (IREHSS).

ANEXO I - Carta de Anuência da Direção do IFCE – Aracati



CARTA DE ANUÊNCIA

ao

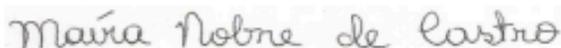
LAIS: Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde

do

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
CEARÁ, CAMPUS ARACATI (IFCE-ARACATI)**

Pela presente, a direção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Aracati – IFCE-Aracati, sediada na Rua Teófilo Pinto, 200, na cidade de Aracati, Estado do Ceará, inscrita no CNPJ n.º. 10.744.098/0021-99, aqui representada pela diretora geral Maíra Nobre de Castro, declara ter conhecimento das atividades a serem realizadas nesta instituição em função do projeto “*LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde*”. O referido projeto tem como coordenador o professor doutor Antônio Mauro Barbosa de Oliveira.

Aracati, 25 de fevereiro de 2016



Maíra Nobre de Castro
Diretora Geral do IFCE Campus Aracati

ANEXO II - Cartas de Anuência dos Pesquisadores



Carta de Anuência

Pela presente, eu Carina Teixeira de Oliveira, abaixo assinado(a), portador do RG nº 99002263270, CPF nº 001.569.313-97, concordo participar do projeto "LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde" (Edital Universal 01/2016 - Faixa B) proposto pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Aracati, sob a coordenação do Prof Antonio Mauro Barbosa de Oliveira.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2016

Carina Teixeira de Oliveira
001.569.313-97



Carta de Anuência

Pela presente, eu Reinaldo Bezerra Braga, abaixo assinado(a), portador do RG nº 2000002010020, CPF nº 977.583.883-53, concordo participar do projeto "LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde" (Edital Universal 01/2016 - Faixa B) proposto pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Aracati, sob a coordenação do Prof Antonio Mauro Barbosa de Oliveira.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2016

Reinaldo Bezerra Braga
977.583.883-53



Carta de Anuência

Pela presente, eu Ronaldo Fernandes Ramos, abaixo assinado(a), portador do RG nº 82536084 ssp ce, CPF nº 262 777353 49, concordo participar do projeto "LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde" (Edital Universal 01/2016 - Faixa B) proposto pelo Instituto Federal do Ceará, sob a coordenação do Prof Antonio Mauro Barbosa de Oliveira.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2016

Ronaldo Fernandes Ramos

CPF: 262 777 353 49



Carta de Anuência

Pela presente, eu César Olavo de Moura Filho, abaixo assinado(a), portador do RG nº_92002038392 SSP-CE___, CPF nº_244806653-15 concordo em participar do projeto "LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde" (Edital Universal 01/2016 - Faixa B) proposto pela Universidade Federal do Ceará, sob a coordenação do Prof Antonio Mauro Barbosa de Oliveira.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2016

César Olavo de Moura Filho
244.806.653-15



Carta de Anuência

Pela presente, eu José de Ribamar Martins Bringel Filho, abaixo assinado(a), portador do RG nº 1298798 SSP-PI, CPF nº 504717833-15, concordo participar do projeto “LAIS, Laboratório Avançado de Inteligência Integrada a Sistemas de Saúde” (Edital Universal 01/2016 - Faixa B) proposto pelo Instituto Federal do Ceará, sob a coordenação do Prof Antonio Mauro Barbosa de Oliveira.

Fortaleza, 26 de fevereiro de 2016

José de Ribamar Martins Bringel Filho
504.717.833-15