

# Ontologia de Domínio de Doação de Órgãos e Tecidos para apoio a Integração Semântica de Sistemas

Lucas Pereira, Rodrigo F. Calhau, Paulo Sérgio dos Santos Júnior e Mateus B. Costa

Instituto Federal do Espírito Santo, Serra, Brasil

lucas.dipre@gmail.com, {calhau,paulo.junior, mcosta}@ifes.edu.br

**Abstract.** In this paper an ontology for the Organ Donation domain is presented. The objective of this ontology is to contribute with Information Systems Development in this domain by supporting the development process in semantic interoperability related issues. The use of a methodology based on OntoUML enabled the delivering of a well-founded ontology, which contributes to the obtaining of feasible conceptual models for system's development. The proposed ontology has been used in the development of the Sincap System, which aims at supporting the process of Organ Donation at the Brazilian National Organ Donation Office at Espírito Santo State - Brazil.

**Resumo.** Neste artigo uma ontologia para o domínio de Doação de Órgãos é apresentada. O objetivo desta ontologia é contribuir para o desenvolvimento de sistemas de informação para o domínio de Doação de Órgãos por meio do apoio a resolução de problemas relacionados à Interoperabilidade Semântica. O uso de uma metodologia baseada em OntoUML permitiu a obtenção de uma ontologia bem-fundamentada, fato que contribui para a obtenção de modelos conceituais confiáveis para o desenvolvimento do sistema. A Ontologia proposta tem sido utilizada no desenvolvimento do sistema Sincap, cujo o objetivo é apoiar o processo de doação de órgãos do Centro Nacional de Captação e Doação de Órgãos (CNCDO) do estado do Espírito Santo.

## 1 Introdução

A integração de sistemas de Informação é apontada como um problema complexo para a maioria das organizações. Esse problema se amplifica à medida em que aumenta a necessidade de os sistemas trabalharem em conjunto [1]. É comum organizações usarem diferentes sistemas para apoiar seus processos de negócio, sendo que, geralmente, cada uma desses sistemas é desenvolvido por fornecedores diferentes [2]. Além de executarem separadamente, esses sistemas geralmente implementam modelos de dados distintos e que não são compartilhados, o que leva a conflitos nos níveis sintático e semântico dos processos apoiados. Essa

heterogeneidade é considerada uma das maiores dificuldades no problema da integração [1].

Na Saúde Pública Brasileira, por exemplo, existe uma diversidade de sistemas para o apoio de suas funções de negócio. Dentre estes podemos citar o Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o Sistema de Cadastramento de Usuários do Sistema Único de Saúde (CadSUS), o Sistema e-SUS e o Sistema Nacional de Transplantes (SNT). O SNT é responsável pelo controle e pelo monitoramento dos transplantes de órgãos, de tecidos e de partes do corpo humano, realizados no Brasil.

Está sendo desenvolvido, no contexto da Central de Notificação, Captação e Distribuição de Órgãos do estado do Espírito Santo (CNCDO/ES), o Sistema de Notificação, Captação e Doação de Órgãos (Sincap). O Sincap tem o objetivo de apoiar o processo de notificação de óbito e captação de córneas no CNCDO, Hospitais e Bancos de Olhos do estado [3]. Para atender aos requisitos levantados junto ao CNCDO, e apoiar eficientemente o processo de doação de órgãos, o Sincap necessita ser integrado com outros sistemas que, de alguma forma, participam de etapas dos processos de doação de córneas, por exemplo, sistemas hospitalares, o CNES, o SNT, o e-SUS e CadSUS. Durante as etapas de Requisitos e Análise do Sincap percebeu-se a não existência de um consenso a cerca dos significados dos principais conceitos envolvidos no domínio de doação de órgãos. Esta fato impactou no projeto do Sincap não só gerando problemas relacionados com a integração mas, também, em diversos aspectos e atividades do desenvolvimento como, por exemplo, na análise do negócio e entendimento do problema e na comunicação entre desenvolvedores e clientes. Percebeu-se, portanto, a necessidade de garantir a interoperabilidade semântica por meio de modelos transversais que pudessem apoiar o desenvolvimento do Sistema desde as atividades de Requisitos e Análise até o desenvolvimento de soluções de integração.

Neste contexto, é proposto nesse trabalho uma ontologia para o domínio de Doação de Órgãos, cujo objetivo é auxiliar o desenvolvimento de sistemas desse domínio quanto a problemas de entendimento, comunicação e integração. A Ontologia proposta foi desenvolvida utilizando-se a linguagem OntoUML [4], de forma a garantir a representação dos principais conceitos e suas distinções ontológicas de modo bem fundamentado. Essa ontologia é representada de modo intuitivo usando uma notação para representação visual de ontologias, possibilitando uma comunicação mais efetiva com o cliente.

O restante do artigo está organizado da seguinte forma: seção 2 apresenta um referencial teórico de Integração Semântica de Sistemas, Modelagem Conceitual e Ontologias; na seção 3 é apresentada uma descrição a cerca de Doação de Órgãos; a seção 4 explica a apresentação da ontologia por meio de cenários; a seção 5 descreve a aplicação da ontologia no cenário de integração dos sistemas da área de saúde; e por fim, na seção 6 é apresentada a conclusão.

## 2 Integração Semântica de Sistemas, Modelagem Conceitual, Ontologias

A integração de sistemas traz inúmeros benefícios à organização, dentre eles: o processo de negócio pode ganhar maior flexibilidade e adaptabilidade, a sua execução se torna mais eficiente e rápida, diminui a incidência de erros e aumenta o poder de tomada de decisão da empresa [2]. A integração de um conjunto de sistemas compõe um único sistema capaz de manter o fluxo de processos, controlar e integrar as diversas transações internas da organização. Os resultados esperados com a Integração são, frequentemente, uma maior eficiência, menores custos e maior rapidez das funções de negócio apoiadas.

A integração de sistemas pode ocorrer em diferentes níveis. O nível sintático lida com a maneira como modelos de dados e assinaturas das operações são escritas, ou seja, com a sua estrutura. A integração no nível sintático está relacionada com os mecanismos de comunicação entre sistemas [5]. Por sua vez, o nível semântico envolve o significado dos conceitos nos esquemas de dados e na assinatura de operações ou serviços públicos dos sistemas envolvidos. A integração semântica visa garantir que um símbolo tenha o mesmo significado (referencia a mesma coisa no mundo real) para todos os sistemas que utilizem o símbolo [2] e ocorre no nível de conhecimento.

Um fator chave para a integração semântica é ter sistemas compartilhando um entendimento comum do significado dos termos e serviços manipulados pelos sistemas. Para tal, deve-se ter uma representação compartilhada de dados e tarefas do domínio de interesse. Neste contexto, modelos conceituais e ontologias podem ser usadas como uma interlíngua para mapear conceitos e serviços usados por diferentes sistemas, que acessariam dados e serviços por meio de ontologias.

Ontologia é um termo de origem latina cujo significado remete ao “estudo da existência”. Edmund Husserl, filósofo germânico do início do século XX definiu o termo Ontologia Formal para se referir a uma área da Metafísica que trata das estruturas ontológicas formais que utilizam a teoria das partes, teoria do todo, tipos de instanciação, identidade, dependência e unidade para caracterizar os aspectos formais dos objetos quaisquer que sejam suas características particulares [4].

A primeira vez que o termo Ontologia foi utilizado na computação foi em 1967 por G.H.Maely, em um trabalho sobre modelagem de dados, desde então tem sido utilizado em outras áreas como Web Semântica, Inteligência Artificial, Engenharia de Software e Sistemas de Informação, para definir um artefato concreto, projetado para um propósito específico nas duas primeiras áreas ou em seu significado filosófico puro nas últimas duas [4]. Uma ontologia é, portanto, um tipo especial de modelo conceitual, um artefato de engenharia com o requisito adicional de representar um modelo consensual em uma comunidade. É uma especificação independente de solução, com o propósito de tornar mais clara e precisa a descrição de entidades de domínio, ajudando na comunicação, aprendizado e na solução de problemas [6][7].

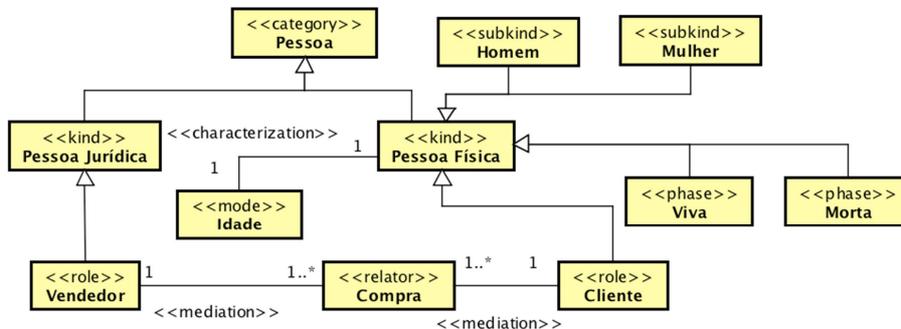
Guarino (1998), em [8], propõe uma divisão de ontologias em tipos de acordo com nível de generalidade delas. As *Ontologias de Fundamentação* são ontologias que descrevem conceitos muito gerais, independentes de domínio ou tarefa particular, tais

como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc. As *Ontologias de Domínio* descrevem o vocabulário relacionado a um domínio genérico como, por exemplo, medicina ou automobilismo. *Ontologias de Tarefa* descrevem tarefas ou atividades genéricas como, por exemplo, venda ou locação. *Ontologias de Aplicação* descrevem conceitos relativos a um domínio particular e a uma tarefa particular ao mesmo tempo. Elas são, portanto, especializações das ontologias de tarefa e de domínio. Ontologias de fundamentação têm sido usadas de forma satisfatória para melhorar a qualidade de linguagens de modelagem e modelos conceituais. Um exemplo de ontologia de fundamentação é a Ontologia de Fundamentação Unificada (*Unified Foundational Ontology* - UFO) [4] [9]. A UFO é dividida em três camadas incrementais, a saber: i) a UFO-A define o núcleo do UFO, apresentada em detalhes e formalizada em [4]. Ela inclui os conceitos relacionados a objetos; ii) a UFO-B define, com base na UFO-A, os conceitos relacionados a eventos e processos e, por fim, iii) a UFO-C define, sob a UFO-A e a UFO-B, conceitos relacionados às esferas de coisas intencionais e sociais.

Para ajudar na criação de modelos conceituais e ontologias, Guizzardi (2005) propôs um perfil UML chamado OntoUML, composto de um conjunto de estereótipos que representam distinções ontológicas definidas na UFO. Dentre tais estereótipos estão tipos (*kind*), papéis (*role*), fases (*phase*), categorias (*category*) e misturas (*mixin*). A Figura 1 ilustra um exemplo de um modelo criado usando OntoUML, baseado apenas nos tipos ontológicos da UFO-A. Como mostra a figura, a classe Pessoa Física é do tipo *kind*. Esse estereótipo representa classes cujas instâncias possuem o mesmo princípio de identidade (ex. cpf). As instâncias são rígidas, pois sempre pertencerão ao mesmo tipo, e existencialmente independentes. No exemplo, uma instância de Pessoa nunca deixará de ser uma pessoa.

Diferentemente de *kind*, o estereótipo *role* representa um tipo não rígido, ou seja, um objeto pode pertencer a esse tipo por um tempo, mas pode deixar de pertencer depois. No exemplo ilustrado, a classe *Cliente*, subclasse de *Pessoa Física*, é uma classe do tipo *role*. Isso significa que uma instância de Pessoa pode, em um determinado momento, se tornar uma instância de *Cliente* e depois deixar de ser. Outra característica de *role* é que ele representa classes existencialmente dependentes. No exemplo, instâncias da classe *Cliente* apenas existem quando relacionadas com instâncias da classe *Vendedor*. No exemplo, o relacionamento implícito entre *Cliente* e *Vendedor* é um exemplo de relação material. Relações materiais precisam de um objeto (*relator*) para existir e, por isso a relação é chamada de *material*. O objeto que intermedeia essa relação material é uma compra. A classe *Matricula*, portanto, faz o papel de mediação entre os envolvidos na relação material e é representada pelo estereótipo *relator*. As relações materiais são derivadas e, portanto, não precisam ser representadas em um modelo.

*Mode* é outro tipo de estereótipo de OntoUML. Ele é colocado em classes que representam alguma propriedade de outra classe. No exemplo, *Idade* é uma classe do tipo *mode*, uma vez que representa uma propriedade de Pessoa Física. *Phase*, por sua vez, é um estereótipo que designa mudança de propriedades internas de um objeto. Uma pessoa física por exemplo pode estar viva ou morta. Essa distinção é representada pelas classes *Viva* e *Morta*, no diagrama.



**Fig.1** - Exemplo de Modelo Conceitual usando OntoUML

*Category*, como definido em [4], representa uma classe que agrupa diferentes classes que possuem propriedades em comum. Por exemplo, Pessoa Física e Pessoa Jurídica são classes distintas, com diferentes critérios de identidade (ex: cpf e cnpj), mas ambas representam uma Pessoa. Essa propriedade em comum é representada por meio da classe *Pessoa*, do tipo *category*.

*RoleMixin* (não ilustrado no exemplo) possui uma função parecida com a de *category*, mas ao invés de agrupar classes do tipo *kind*, agrupa classes do tipo *role*. Um *rolemixin* representa um agrupamento de diferentes papéis com propriedades em comum [4].

### 3 O Domínio de Doação de Órgão e Tecidos

Essa seção descreve o domínio de doação de órgãos e tecido. A descrição desse domínio levou em conta as informações presentes no “Regulamento técnico do Sistema Nacional de Transplantes” e coletadas em entrevistas com a equipe do CNCDO-ES. Além da descrição do domínio, essa seção também apresenta a necessidade do desenvolvimento de um modelo conceitual bem fundamentado.

Uma pessoa é composta de sistemas orgânicos, como sistema circulatório, sistema respiratório. Um sistema orgânico é composto de órgãos. Como, por exemplo, o sistema digestivo é composto do estômago e intestino. Um órgão por sua vez é composto de tecidos. O Cérebro, órgão do sistema nervoso, é composto de neurônios e o olho, é composto de, dentre outros tecidos, da córnea (referência?). Dentre os órgãos e tecidos que compõem o corpo humano, alguns são passíveis de serem doados. A doação de órgãos e tecidos é um procedimento no qual **órgãos** e **tecidos** são removidos do **corpo** de uma pessoa com o objetivo de **transplantá-lo** ou fazer um **enxerto** em outras pessoas. O doador geralmente é uma pessoa falecida recentemente (chamada doador cadáver) mas pode ser também um doador vivo (ou doador voluntário) [referência].

A doação e captação de órgãos se inicia quando é identificada uma morte encefálica (ME) ou uma morte por parada cardiorrespiratória (PCR) em um paciente. Em cada um dos casos a vítima adquire condições de doar certo tipo de órgão ou tecido,

tornando-se um potencial doador. A ME é a definição de morte legal. Ela é diagnosticada por diversos exames realizados por um médico. Na ME, há uma completa e irreversível parada de todas as funções do cérebro como resultado de severa agressão ou ferimento grave. Nesse caso, o coração do doador ainda funciona por meio de aparelhos. Nesse estado, geralmente, podem ser considerados para doação vários órgãos como o coração, pulmões, fígado e pâncreas que devem ser retirados do doador antes que ocorra uma PCR. Já na morte por PCR, há uma interrupção da circulação sanguínea que ocorre em consequência da interrupção súbita e inesperada dos batimentos cardíacos. Nesse caso, são considerados para doação basicamente os tecidos como as córneas e ossos retirados. Os tecidos devem ser captados até 6 horas depois de constatado a PCR. Os rins também pode ser retirado do doador até 30 min depois da PCR. Depois da morte por ME ou PCR, é realizada uma análise de um potencial doador onde se julga sua aptidão ou não para a doação de órgãos/tecidos. A inaptidão do potencial doador para uma doação é identificada no caso do mesmo ter morrido por alguma doença que inviabilize o transplante, ou um acidente que danifique severamente os órgãos.

Para que ocorra a doação no Brasil, é necessário o consentimento familiar e a doação é autorizada o CNCDO e o Banco de Órgãos são notificados da decisão e encaminham o doador para a próxima etapa do processo, caso contrário CNCDO e CHIDOTT são notificados da não autorização da família do doador e o processo é finalizado.

Com a notificação do consentimento da família para doação o CNCDO faz uma reavaliação dos dados do doador e direciona para o banco de órgãos do estado, que tem a função de preparar a captação e enviar um planejamento para o CNCDO.

Tendo efetuado todo o planejamento da captação, o banco de órgãos realiza a captação e faz uma análise do item captado que pode ser um órgão ou tecido. A partir dessa análise o banco de órgãos informa ao CNCDO se o item captado está em condições de seguir para o transplante. O CNCDO então registra todos os dados daquele item captado no documento de captação. A partir daí o CNCDO cruza os dados do item captado com os dados dos potenciais receptores que estão na fila de espera e são aptos para receber aquele item transplantado por meio de um transplante.

A fila de espera para o transplante de órgãos segue regras rígidas com relação a gravidade do estado de cada paciente combinado com a compatibilidade de cada potencial receptor com o item transplantado que será encaminhado para um determinado transplante. Com o receptor selecionado e o item transplantado devidamente selecionados o banco de órgãos encaminha o item transplantado para local do transplante para que por meio de um transplante ele seja transplantado a um receptor, finalizando o processo com sucesso.

Durante a análise e modelagem do Sincap percebeu-se a não existência de um consenso a cerca dos significados dos principais conceitos envolvidos no domínio de doação de órgão, dificultando o entendimento do problema, a comunicação entre desenvolvedores e clientes. Houve uma dificuldade em diferenciar alguns conceitos importantes do domínio de doação de órgãos, como por exemplo, os conceitos de transplante, captação e doação, ou então os diferentes estados de morte de um paciente, quais são os principais papéis envolvidos no domínio. Essa dificuldade de

definir e diferenciar os conceitos ocorreu mesmo com profissionais da saúde envolvidos no projeto, que atualmente fazem parte de todo esse processo e que não sabem como é o trabalho dos outros atores do sistema e não tem uma visão total de todo o processo.

A partir desse problema, surgiu a necessidade de se explicitar com maior clareza uma ontologia para o domínio de doação de órgãos, para ajudar no entendimento do domínio para o desenvolvimento do Sincap, na comunicação com o cliente e também na integração do Sincap com os outros sistemas existentes. A ontologia proposta é apresentado na próxima seção.

#### 4 Ontologia de Domínio de Doação de Órgãos e Tecidos

Nesta seção é apresentado o diagrama em OntoUML que é resultado da modelagem dos principais conceitos do domínio de doação de órgãos e tecidos. Os conceitos foram classificados utilizando as distinções ontológicas da UFO-A para um melhor entendimento dos aspectos estruturais do domínio onde está inserido o sistema Sincap. Esse entendimento será fundamental para estabelecer a integração no nível semântico com os outros sistemas. A construção da ontologia foi realizada por meio de estudo de materiais e consulta com especialistas de domínio, participantes do projeto Sincap. Foram levantadas questões de competência, baseado em alguns passos da metodologia SABIO de Engenharia de Ontologias [10]. A cada versão da ontologia, foram gerados cenários representados por meio de modelos de objetos para facilitar o entendimento da ontologia construída. Como ilustrado na Fig. 2, o *kind* **Pessoa** é subdividido nos *Subkinds* **Homem** ou **Mulher** e pode assumir através das respectivas *Phases* os estados: **Pessoa Viva** (estando doente ou Saudável pelas *Phases* **Pessoa Doente** e **Pessoa Saudável**) ou **Pessoa Morta** (estando com Morte Encefálica - ME ou por Parada Cardiorrespiratória – PCR pelas *Phases* **Pessoa com ME** e **Pessoa com PCR**).

Um indivíduo do *Kind* **Pessoa** é composto da *Category* **Sistema Orgânico** (p.e. o tipo Sistema Circulatório), que por sua vez é composta da *Category* **Órgão** (p.e. o tipo Coração), que por fim, é composta da *Category* **Tecido** (p.e. o tipo Córnea). Um órgão possui duas fases que designam o estado atual dele, dando ou não condições para que o mesmo esteja apto ou não para ser doado ou transplantado. As *Phases* **Órgão Funcional**, **Órgão Não Funcional** indicam respectivamente se o órgão está totalmente saudável e funcionando em seu estado normal, ou com alguma doença que afeta sua funcionalidade ou então morto sem nenhuma função.

**Órgãos** ou **Tecidos** podem desempenhar o *RoleMixin* de **Item Captado** por meio do *Relator* **Captação** (os papéis **Tecido Captado** e **Órgão Captado** foram omitidos). Um **Item Captado** pode por sua vez desempenha o papel de **Item Transplantado** por meio de um **Transplante** isso por ter uma generalização direta para **Item Captado**. O *Kind* **Pessoa** atribui ainda a seus indivíduos a possibilidade de desempenhar os *Roles* de **Doador** ou **Captador** em uma captação (de Órgão ou Tecido) pelo *Relator* **Captação**, além disso, também pode desempenhar o *Role* de **Receptor** ou **Transplantador** pelo *Relator* um **Transplante**.

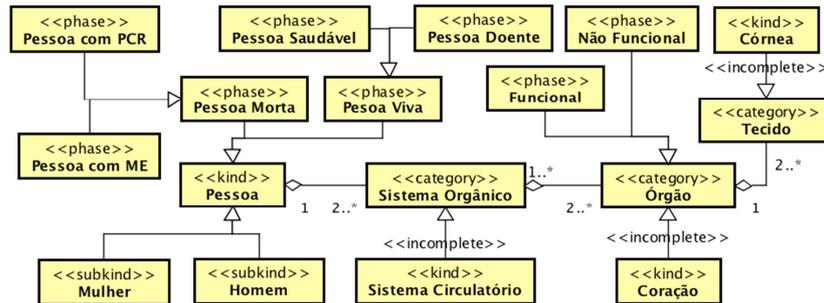


Fig. 2. Modelo em OntoUML de Doação de Órgãos/Tecidos (parte 1)

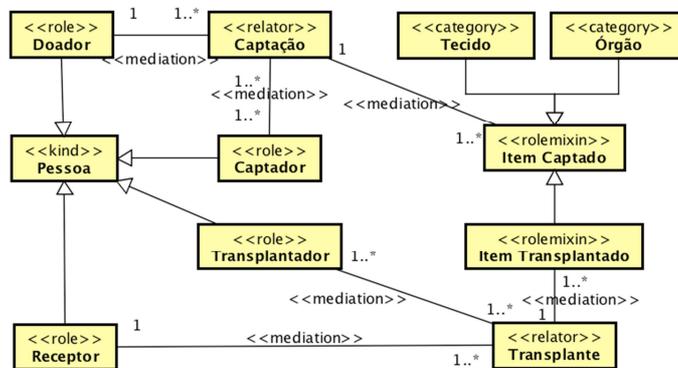


Fig. 3. Modelo em OntoUML de Doação de Órgãos/Tecidos (parte 2)

As figuras **Fig.2** e **Fig.3** apresentam os principais conceitos do domínio modelados usando a notação OntoUML. Vários conceitos importantes ainda não foram considerados como por exemplo: Médico, Enfermeiro, Exame, Hospital, Atestado de Óbito. Tais conceitos ainda não foram modelados pois OntoUML, como é baseada na UFO-A, não considera ainda aspectos sociais na modelagem conceitual. Já com base na UFO-C, é possível modelar esses aspectos de modo expressivo, uma vez que ela considera conceitos de Objeto, Agentes Sociais (e suas crenças, desejos e intensões), Organizações, Papéis Sociais (Presidente, Pedestre, Médico), Objetos Sociais, Descrições Normativas (objetos sociais, que define uma ou mais regras/normas sociais), Descrições de Planos, Comprometimentos [9].

## 5 Apresentação do Modelo Conceitual usando Cenários

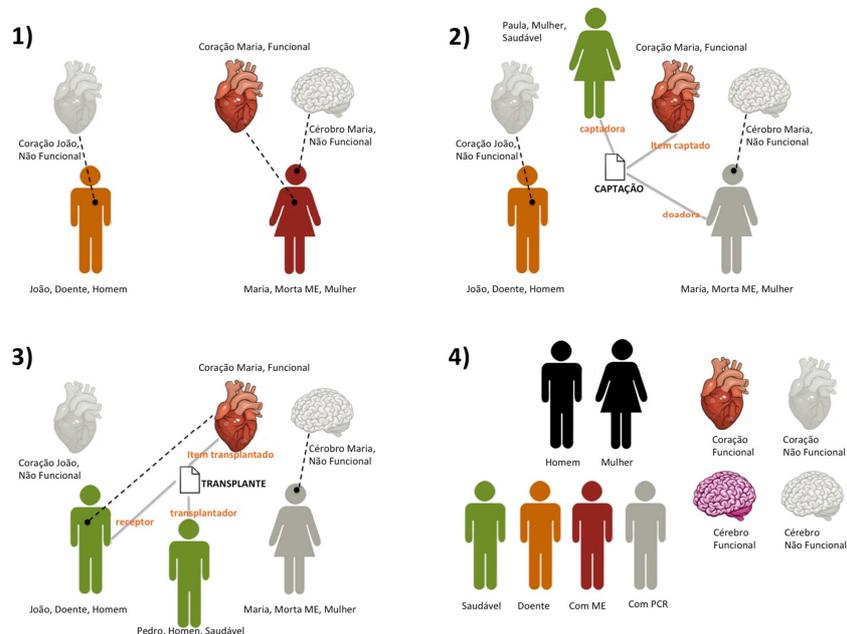
Para a construção de tal modelo, foram geradas diversas versões da ontologia até chegar nessa versão apresentada. Em cada uma das versões obtidas da ontologia, a mesma era testada por meio de cenários que representavam situações reais do domínio. Essas histórias foram modeladas usando modelo de objetos.

A partir do modelo conceitual apresentado, usando OntoUML, a compreensão do significado dos conceitos pode ser difícil para os envolvidos no processo de construção da ontologia, como especialistas de domínio (enfermeiros e médicos), envolvidos no desenvolvimento do Sincap (analistas, projetistas, programadores). Por esse motivo, decidiu-se usar uma notação visual para a representação dos cenários de modo a facilitar o entendimento e comunicação de todos os envolvidos no desenvolvimento do Sincap e construção da ontologia.

Dessa forma, a notação escolhida, proposta em [11], utiliza representações visuais que procuram expressar as distinções ontológicas propostas na UFO, usando formatos e cores específicos para designar as diferentes características dos indivíduos em um determinado cenário. A Fig. 4 ilustra um dos cenários criados para se compreender melhor o modelo conceitual criado. Em cada momento do cenário é representado um modelo de objetos, como um *snapshot* daquela situação. Como está ilustrado, inicialmente na parte 1, João está doente e com um coração não funcional, enquanto Maria está com ME, mas com um coração funcional. Na parte 2, é realizado um procedimento de captação, no qual Paula, responsável por esse procedimento, retira o coração de Maria. Depois desse procedimento, Maria passa a estar com PCR. Nessa captação, a Maria desempenha o papel de doadora, o seu coração de item captado e a Paula de captadora. Já na parte 3, ocorre o transplante. Nesse procedimento, o coração não funcional de João é retirado dele e o coração de Maria passa a pertence-lo. No transplante, Pedro desempenha o papel de transplantador, João de receptor e o coração de Maria de item transplantado.

Observando a **Fig.4**, na parte 4, pode-se perceber na notação visual utilizada que cada conceito da ontologia foi representado de uma maneira diferente. Os *Kinds* foram representados por meio de uma forma bem definida. Por exemplo, o kind **Pessoa** foi representado com um boneco em forma humana, e seus respectivos *Subkinds*, **Homem** e **Mulher**, foram representados da mesma forma, mas possuindo uma pequena variação na forma de Pessoa, tendo pequenas diferenças em suas características para representar a diferença entre cada subkind. Ainda referente a Pessoa, foram utilizadas cores, a para representar as *Phases*, ou seja, os estados que uma pessoa pode assumir durante a vida. Como observado na **Fig.4 (4)** o verde representa Pessoa Saudável, o laranja uma Pessoa Doente (que neste trabalho representa o indivíduo que precisa receber o Item Captado), o vermelho representa uma Pessoa com ME, e finalmente o cinza representa uma Pessoa com PCR, ou seja, que não tem mais batimentos cardíacos.

Ainda na **Fig.4** pode-se observar que cada órgão é diferenciado por um formato diferente. Os Órgãos têm suas *Phases* que também são representadas por cores onde uma cor viva e natural dos órgãos designam os **Órgãos Funcionais** que aqui são apresentados como os mais propensos a serem captados para um transplante, a cor cinza representa e evidencia um **Órgãos Não Funcionais** ou seja um que precisa ser substituído ou o órgão faleceu totalmente e que não tem mais nenhuma função não podendo mais ser usado por um corpo humano.



**Fig.4** Instanciação do Modelo conceitual de Doação de Órgãos

Por meio o diagrama da Fig.4 e a notação utilizada em algumas restrições do modelo conceitual ficaram bem claras, como por exemplo, que o cérebro de uma pessoa com Morte encefálica – ME não deve estar funcional. Ou então que uma pessoa com PCR, todos os seus órgãos são não funcionais.

## 6 Integração de Sistemas para Apoiar a Doação de Órgãos

A área da Saúde conta com diversos sistemas para o apoio de suas atividades. Dentre eles podemos citar o Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) que tem a finalidade de cadastrar os estabelecimentos de saúde nos aspectos de área física, recursos humanos, equipamentos e serviços ambulatoriais e hospitalares. O Sistema de Cadastramento de usuários do SUS (CadSUS) que tem como objetivo o cadastramento de Usuários do Sistema Único de Saúde para a geração do Cartão Nacional de Saúde (CNS), que facilita a gestão do SUS, e contribui para o aumento da eficiência no atendimento direto ao usuário. O e-SUS cujo objetivo é, sobretudo facilitar e contribuir com a organização do trabalho dos profissionais de saúde, elemento decisivo para a qualidade da atenção à saúde prestada à população. O Sistema Nacional de Transplantes (SNT) que é a instância responsável pelo controle e pelo monitoramento dos transplantes de órgãos, de tecidos e de partes do corpo humano, realizados no Brasil.

Os sistemas descritos acima estão presentes no cenário da doação de órgãos e poderiam apoiar e terem os seus processos apoiados pelo SINCAP através da integração. O CadSUS por exemplo, armazena dados sobre os usuários do SUS que

poderiam ser utilizados pelo SINCAP para facilitar o processo de identificação de um possível doador de órgãos. O e-SUS armazena o histórico das consultas dos usuários do SUS, como o motivo da consulta, problema diagnosticado e procedimentos realizados. O histórico de sintomas pode ser usado pelo SINCAP para avaliar a qualidade do órgão de um doador em potencial, agilizando o processo de captação ou descarte do mesmo. O SINCAP registra informações dos doadores em potencial, como dados pessoais, documentos, contatos e se houve a captação e doação do órgão. A integração do SNT com o SINCAP tornaria o processo registro dessa informação no NT pelo CNCDO mais simples e ágil, uma vez que os dados do processo de notificação e captação armazenados no Sincap devem ser passados para o SNT. Por meio da integração, ele poderá obter pelo CadSUS os dados dos doados a partir do número do Cartão de Saúde dele, poderá obter do CNES informações dos Hospitais cadastrados e também dados dos enfermeiros que utilizam o sistema, poderá obter o histórico do doador no e-SUS para saber doenças e sintomas que já teve para ajudar na análise da viabilidade de captação, também poderá repassar dados da captação, do doador e do óbito para o SNT.

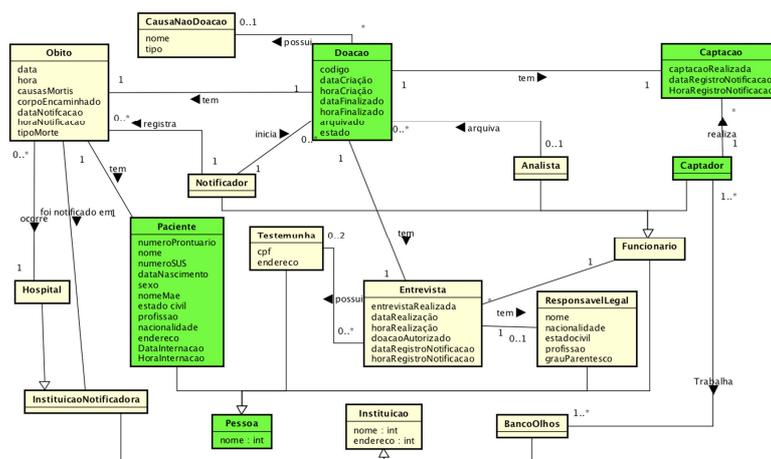
A integração semântica do Sincap com os demais sistemas facilitará a execução do processo de captação e doação de órgãos, possibilitando que o Sincap utilize dados já cadastrados nos outros sistemas, permitindo que tenha informações mais precisas e que diminua o trabalho de seus usuários. Entretanto, para que a integração ocorra, antes que aconteça a solução tecnológica, o projeto e implementação da integração, é importante que se efetue a integração em um nível mais alto, conceitual, para que se garanta a compatibilidade entre os sistemas por meio da integração semântica.

Deste modo, os sistemas podem conversar entre si sem que haja “falsos acordos”. Muitas vezes, acha-se que os sistemas estão em concordância com o significado das coisas, estabelecendo assim um falso acordo. Se um falso acordo não for descoberto no início do projeto de integração, provavelmente a implementação da integração será incorreta [2].

Para ajudar a realização a integração no nível semântico será utilizada a abordagem OBA-SI (*Ontology-Based Approach for Semantic Integration*). Ela é uma abordagem que concentra esforços na modelagem conceitual e na análise dos requisitos de integração. Nessa abordagem, a integração semântica é realizada em um alto nível de abstração, provendo acordo semântico entre os sistemas no nível conceitual. Para tal, modelos conceituais dos sistemas (representando sua estrutura e comportamento), bem como do processo de negócio por eles apoiado, são comparados à luz de ontologias, usadas para atribuir semântica aos itens compartilhados entre os sistemas no apoio ao processo de negócio considerado. Os modelos são compatibilizados por meio de mapeamentos entre seus elementos [6][7]. Um mapeamento de depois elementos em OBA-SI ocorre para explicitar equivalências. Em um primeiro momento, esses mapeamentos ocorrem dos modelos conceituais dos sistemas para a ontologia ou modelo conceitual de referência para então serem comparados entre si.

Em OBA-SI, a ontologia, ou modelo conceitual de referência, possui o único e exclusivo objetivo de descrever um contexto da realidade, independentemente de um cenário de integração de sistemas. Nesse trabalho, o modelo conceitual de doação de órgãos e tecidos teve esse intuito e não se comprometeu com as questões específicas

relativas a integração. Dessa forma, poucas das entidades do modelo de informação do Sincap, apresentado na Figura 6, possuem uma relação com o modelo conceitual. As que possuem estão destacadas, a saber: *Pessoa*, *Paciente*, *Doação*, *Captação* e *Captador*. Algumas das relações acima são de equivalência de conceitos, outros não, como por exemplo *Paciente*, que não é um conceito totalmente equivalente ao conceito de *Doador*, apesar de desempenhar esse papel. Tais situações de não equivalência são compatibilizadas em etapas posteriores de OBA-SI, e não serão detalhadas aqui nesse artigo.



**Fig.6** Modelo de Informação do SINCAP e conceitos relacionados com a Ontologia.

Apesar disso, vale destacar alguns pontos. O primeiro é que, como já mencionado, o modelo conceitual elaborado não considerou nesse momento os conceitos de cunho social e referentes a procedimentos específicos no cenário de aplicação. Dessa forma, papéis como *Entrevistador*, *Paciente*, *Notificador*, *Analista*, *Funcionário* e *Testemunha*, por serem específicos dos cenário, ainda não foram considerados e portanto ainda não possuem um conceito equivalente no modelo conceitual. O mesmo vale para as entidades *Instituição*, *Hospital*, *Instituição Notificadora* e *Banco de Olhos*. Já a entidade *Óbito* foi considerado porém de uma forma diferente. Como o *óbito* em si é um evento interno de uma *Pessoa*, causando alterações de seus propriedades intrínsecas, foi representado no modelo conceitual como um estado de uma pessoa, como foi mencionado. Além disso, existem incompatibilidades estruturais, como de alguns dos conceitos representados no modelo conceitual que estão presentes no modelo de informação do Sincap na forma de atributo de uma entidade, como por exemplo o atributo *tipoMorte* de *Óbito* (relacionado as fases *Pessoa* com *ME* ou *PCR*), e *sexo* de *Paciente* (relacionados aos subtipos *Homem* e *Mulher*). O segundo ponto a ser destacado é que, mesmo o modelo conceitual não conseguindo envolver as entidades específicas de um cenário de integração de sistemas, em OBA-SI há uma etapa na qual é criado um modelo conceitual da integração com base na ontologia mas considerando as peculiaridades da integração. Nessa etapa, além dessas questões mencionadas, incompatibilidades estruturais entre

o modelo de informação do Sincap e o modelo conceitual da integração também são considerados.

## 7 Conclusão

Neste artigo foi apresentado um modelo conceitual do domínio de Doação de Órgãos e tecidos. O modelo conceitual foi modelado usando a notação OntoUML, para a representação de modelos conceituais bem fundamentados (considerando uma ontologia de fundamentação). Além do modelo conceitual, foram construídos modelos de objetos visuais para representar possíveis cenários, facilitando a comunicação com o cliente. Tais modelos serão usados futuramente para ajudar na integração, no nível semântico, de sistemas que apoiam o processo de doação de órgãos. Mesmo ainda não sendo aplicada na integração, a ontologia trouxe vários benefícios relacionados ao desenvolvimento do sistema Sincap, como um maior entendimento dos conceitos envolvidos o que melhorou a comunicação com os *stakeholders*.

OntoUML é uma importante técnica de representação do conhecimento que pode ser usada para especificar formalmente, pelo menos, parte do conhecimento tácito de um domínio. Tornando-se esse conhecimento explícito, a comunicação, o desenvolvimento de sistemas no domínio em questão e a solução de diversos problemas tornam-se tarefas menos subjetivas. No caso da Integração Semântica, o papel das ontologias é fornecer uma visão consensual da realidade, possibilitando que os sistemas entendam uns aos outros e, assim, conversem entre si. Para que isso ocorra, é necessário traduzir a linguagem de um sistema particular para a linguagem de outro, usando a ontologia como uma interlíngua [6][7]. Ontologias podem ser usadas na tarefa de integração para descrever a semântica das fontes de informação e tornar seu conteúdo explícito. Elas podem ser usadas para identificar e associar as correspondências semânticas dos conceitos dos sistemas.

Integrar sistemas é uma tarefa complexa que envolve diversas dificuldades. Uma das maiores dificuldades na hora de se integrar sistemas ocorre devido à heterogeneidade dos modelos dos sistemas. Assim, não há uma compatibilidade semântica inerente aos modelos dos sistemas, o que abre espaço para diversos tipos de conflitos sintáticos e semânticos. Esse trabalho, portanto, de certa forma contribui para reduzir essa dificuldade, ajudando consideravelmente na resolução da integração semântica.

Como etapas futuras desse trabalho pode-se citar:

1. Integração do Sincap com os outros sistemas utilizando o modelo conceitual apresentado para facilitar na integração semântica;
2. Evolução da apresentação do modelo conceitual por meio de cenários e diagramas de objetos. Pretende-se também obter mais feedback dos *stakeholders* para melhorar e avaliar o modelo conceitual de doação de órgãos;
3. Evolução do modelo conceitual, que foi descrito usando apenas os conceitos da UFO-A, para incorporar conceitos mais sociais e organizacionais presentes da

UFO-C, permitindo assim incluir conceitos como Médico, Enfermeiro, Hospital, Exame, Atestado de Óbito, etc.

4. Evolução do modelo conceitual, que atualmente foca na descrição estrutural domínio, para representar informações comportamentais das tarefas de modo mais adequado, principalmente sobre as tarefas de doação, captação e transplante.

## Referências

11. BRAGA, B.F.B.: Cognitive Effective Instance Diagram Design, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2011
5. BUSSLER, C.: The Role of Semantic Web Technology in Enterprise Application Integration, Volume: 51, Issue: 4, Pages: 1-7, Data Engineering (2003).
7. CALHAU, R. F; FALBO, R. A. An Ontology-based Approach for Semantic Integration. EDOC 2010.
6. CALHAU, R. F; Uma Abordagem Baseada em Ontologias para a Integração Semântica de Sistemas. Dissertação (Mestrado em Informática) –Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2011.
10. FALBO, R.A: “SABiO: Systematic Approach for Building Ontologies”, Ontologies in Conceptual Modeling and Information Systems Engineering 2014.
8. GUARINO, N.: Formal Ontology and Information Systems. In: Formal Ontologies in Information Systems, N. Guarino (Ed.), IOS Press, pp. 3 -15, (1998)
4. GUIZZARDI, G. Ontological Foundations for Structural Conceptual Models. PhD thesis, University of Twente, The Netherland. 2005
9. GUIZZARDI, G.; FALBO, R. A.; GUIZZARDI, R. S. S. The Importance of Foundational Ontologies for Domain Engineering: The case of the Software Process Domain IEEE Transactions Latin America, 2008.
1. IZZA, S., Integration of industrial information systems: from syntactic to semantic integration approaches. Enterprise Information Systems,3:1,1 – 57. 2009.
2. POKRAEV, S. V.; Model-driven Semantic Integration of Service-Oriented Applications, PhD thesis, University of Twente, 2009.
12. SNT, Regulamento técnico do Sistema Nacional de Transplantes. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2008/GM/GM-2040-ANEXO.pdf>, Último acesso em: 20 de Dezembro de 2014
3. Nascimento, R.C, Oliveira, L.C.S., Santos Jr., P.S.S., Calhau, R.F., Komati, K.K: “Sincap: Sistema de Informação de Notificação e Captação de Córnea”, I Simpósio de Internet das Coisas, IFSUL, 2014