

# Trabalho UFO - Construção e Implementação de Ontologia de Domínio com a UFO

Gustavo A. de Lima, Livia Cristina S. Nascimento

Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre – RS – Brasil

1) Texto de ~10 linhas com visão geral do domínio de conhecimento. Definição das questões de competência a serem atendidas pela ontologia (feito em aula).

R.: O método de cultura hidropônica consiste em cultivar plantas sem uso de solo, desta forma as raízes das plantas ficam imersas em soluções nutritivas que fornecem os nutrientes essenciais para o seu crescimento. A produção desta solução nutritiva é feita através da mistura de água com fertilizantes e para esse processo é necessário o controle de PH e EC em cada ciclo de produção desta solução. Neste trabalho a proposta é o desenvolvimento de uma ontologia que atenda a produção de solução nutritiva para este tipo de cultura de plantas. O sistema que gerencia a produção desta solução é composto por Sensores e Atuadores, aqui chamados de Industrial Assets, que são controlados por dispositivos IoT utilizando diferentes tipos de protocolos de comunicação, sendo assim a ontologia proposta tem o objetivo de a interoperabilidade do sistema e fornecer também de forma clara a estrutura física do sistema para possíveis replicações. Para isto, a Ontologia tem que atender as seguintes questões de competência:

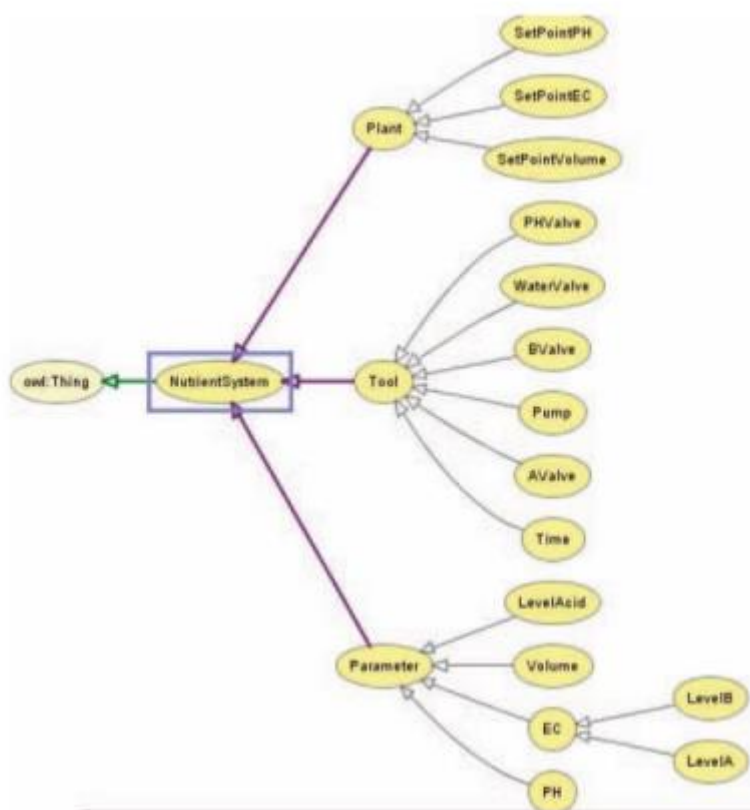
1. - Tipologia de dispositivos
2. - Relações entre dispositivos
3. - Estrutura de dados de cada dispositivo
4. - Protocolos associados
5. - Tipologia protocolos
6. - Tipologia industrial assets
7. - Configuração física
8. - Unidade de medidas

2) Levantamento de outras ontologias publicadas no mesmo domínio: Lista das ontologias que podem ser úteis para reuso, com descrição (3-5 linhas) e link de onde baixar a ontologia, se disponível.

- **Ontology-Based Nutrient Solution Control System for Hydroponics:** apresenta um sistema que usa ontologia e regras semânticas para controlar automaticamente a solução nutritiva para o cultivo de plantas em cultura hidropônica.

No artigo disponível em: [IEEE Explorer](#), é descrito um sistema de solução nutritiva semelhante ao proposto como estudo de caso aqui abordado, consistindo em sensores, válvulas e bombas para ajustar os valores de condutividade elétrica (EC) e potencial hidrogeniônico (pH) da solução.

Figura1. Arvore disponibilizada no artigo.



- SOSA: A lightweight ontology for sensors, observations, samples, and actuators:**  
 Apresenta uma especificação generalista de modelagem de interação entre entidades envolvidas em observação (sensores) e atuação (atuadores). Pode ser utilizada para complementar com maior detalhamento o ato de mensuração e sensores da ontologia do trabalho. O paper pode ser encontrado no link a seguir: [SOSA: A lightweight ontology for sensors, observations, samples, and actuators - ScienceDirect](#)

Figura 2. Overview da parte sensorial do SOSA.

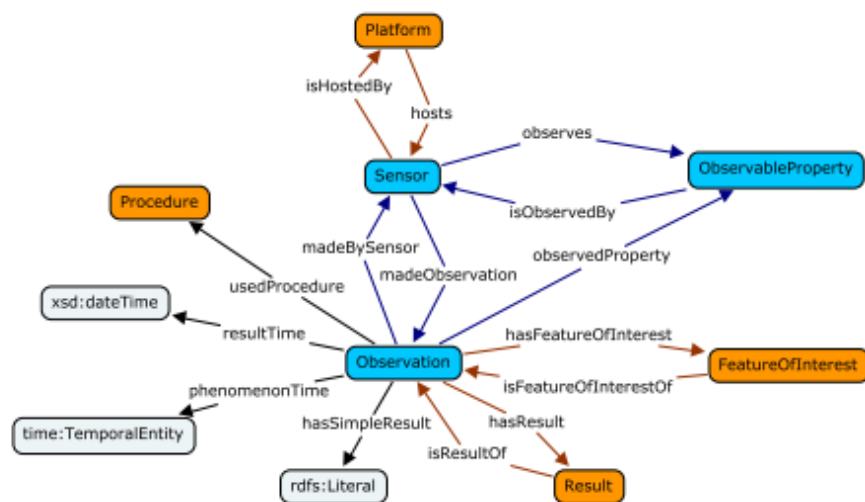
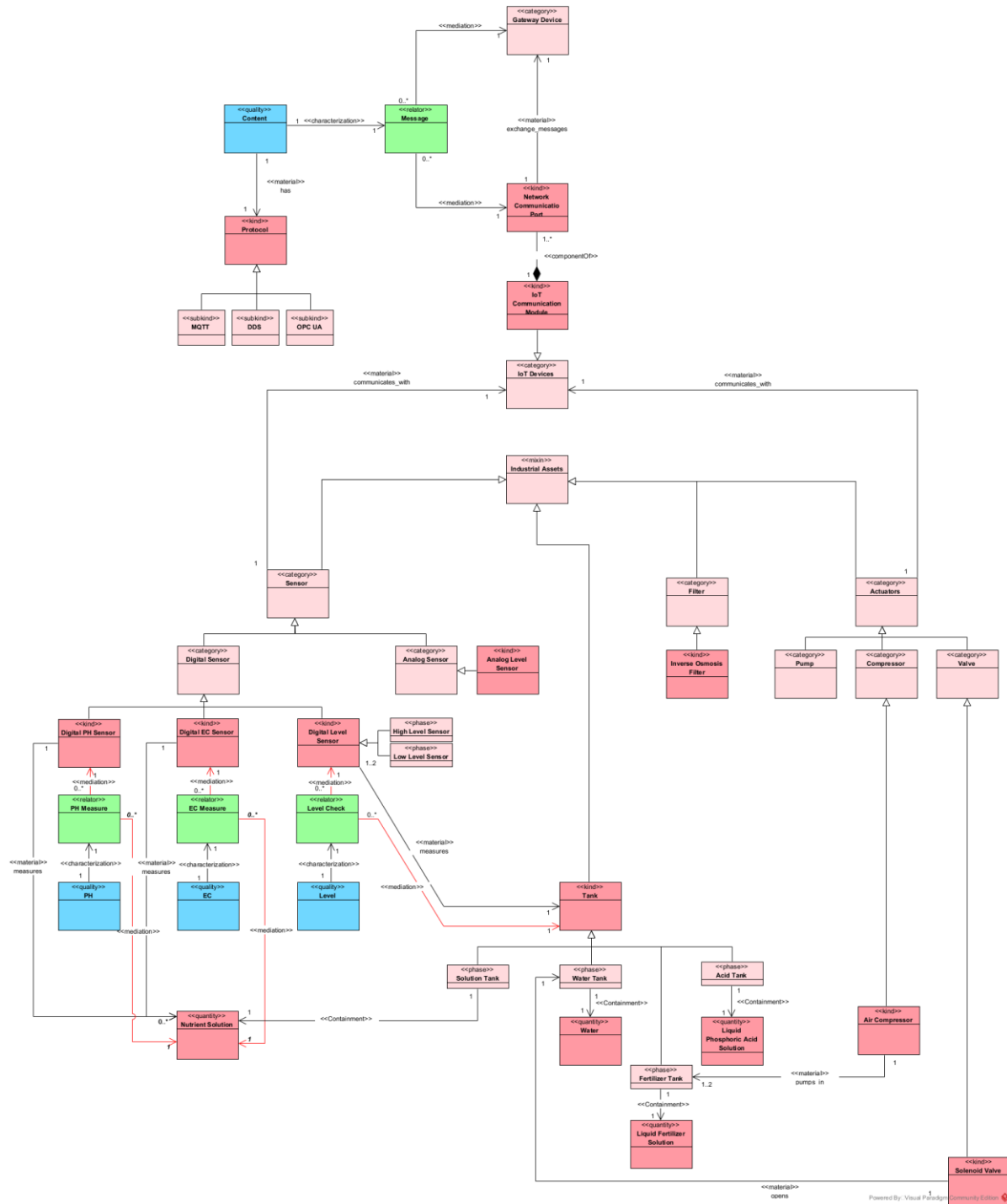


Figura 3. Overview da parte de atuação do SOSA



3) Print da árvore com a visão geral do modelo na UFO, gerado no ONTOUML (Nosso modelo)



\* Também será enviado um arquivo .pdf para facilitar a visualização.

- 4) Utilize a tabela 1 para descrever os Universais Continuantes, Universais Ocorrentes e Particulares que atendam as questões de competência, com suas. Inclua as linhas necessárias
- 5) Associe cada entidade ao meta-tipo que melhor o descreve. Justifique brevemente sua escolha. Use a tabela abaixo para classificar os conceitos

Tabela de meta-propriedades das entidades

Entidade	R	O	I	DR	DE1	DE2	Meta-tipo	Justificativa
Sensor	R+	O-	I-	-	-	-	Category	É uma classe que agrupa vários tipos de aparelhos que capturam dados do Sistema. Um sensor é rígido, porque não pode deixar de ser sensor, sem parar de existir.
Digital Sensor	R+	O-	I-	-	-	-	Category	É um grupo de tipos de sensors. Dividido em três tipos de sensors.
Analog Sensor	R+	O-	I-				Category	É um grupo de tipos de sensors.
Digital PH Sensor	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de sensor que mede o PH da solução por meio de sinal digital.
Digital EC Sensor	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de sensor que mede o EC ( condutividade elétrica) da solução

								por meio de sinal digital.
Digital Level Sensor	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de sensor o nível de preenchimento do tanque.
Analog Level Sensor	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de sensor que mede analogicamente o nível de conteúdo do tanque.
PH Measure	R+	O+	I+			D2+	Relator	Foi criado o relator para a medição, reificando a relação material entre o sensor e o nutriente.
EC Measure	R+	O+	I+			D2+	Relator	Foi criado o relator para a medição, reificando a relação material entre o sensor e o nutriente.
Level Check	R+	O+	I+			D2+	Relator	Foi criado o relator para a medição, reificando a relação material entre o sensor e o tanque.
PH	R+	O+	I+	-	D1+	-	Quality	Qualidade que indica a acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa, é dependente de solução/fluido. Sendo assim caracteriza algo.
EC	R+	O+	I+	-	D1+	-	Quality	É uma medida que caracteriza a capacidade da solução de conduzir

								energia elétrica. Possui dependencia existencial de um, pois caracteriza a solução.
Level	R+	O+	I+	-	D1+	-	Quality	É uma caracterização que indica o quanto o tanque está preechido por algum fluido.
Fluid	~R	O-	I-				Mixin	Representa o que pode preencher o tanque, que pode ser água, fertilizante ou a solução pronta.
Nutrient Solution	R+	O+	I+	-	-	D2+	Quantity	É a quantidade solução produzida, não é algo contável. É a quantidade que algo que depende de outras quantities para existir (water, acid e fertilizer).
Water	R+	O+	I-	-	-	-	Quantity	Para a criação da solução nutritiva é necessário a inclusão de algumas quantidades de água, o element água em si não é contável, mas suas porções sim.
Liquid Phosphoric	R+	O+	I-	-	-	-	Quantity	Para a criação da solução nutritiva é necessário a inclusão de algumas quantidades de Liquid Phosphoric, o element em si não é contável, mas suas porções sim.

Liquid Fertilizer Solution	R+	O+	I-	-	-	-	Quantity	Para a criação da solução nutritiva é necessário a inclusão de algumas quantidades de Liquid Phosphoric, o element em si não é contável, mas suas porções sim.
Pump	R+	O-	I-				Category	É um agrupamento mais geral de tipos de dispositivos que movimentam fluidos entre os tanques durante a produção de solução nutritive.
Tank	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de container para os fluídos (water, acid, nutrients ou a propria solução nutritive) durante a produção da solução.
Air	R+	O+	I+	-	-	-	Quantity	É um element utilizado no processo de criação da solução da solução, mas não é um element contável.
Air Compressor	R+	O-	I+				Kind	É um tipo de dispositivo da categoria compressor, usado dentro do Sistema.
Compressor	R+	O+	I+				Category	É um agrupamento de dispositivos que possuem a capacidade de comprimir ar, aumentando assim a pressão do ar e



								entregar-lo a outros dispositivos.
Valve	R+	O+	I+				Category	É um agrupamento geral de dispositivos que controlam fluidos por meio de um canais de tubos.
Solenoid Valve	R+	O-	I+				Kind	É um tipo de dispositivo de controle de fluidos pertencente a categoria Valve.
Actuators	R+	O-	I-				Category	É um agrupamento de dispositivos que possuem a função de transformer sinais mecânicos, elétricos ou hidráulicos em movimento físico ou ações.
Filter	R+	O-	I-				Category	É um dispositivo projetado para a remoção de impurezas ou substancias em indesejadas em um fluído.
Inverse Osmosis Filter	R+	O+	I+				Kind	É um tipo de dispositivo de filtragem, atuando no processo de purificar a água, removendo impurezas e corpos estranhos, como também substancias contaminantes.
Industrial Assets	~R	O-	I-				Mixin	O termo reúne todos os components do Sistema, podendo ser usado para se referir

								a tank, valve, atuador e pump.
IoT Devices	R+	O-	I-				Category	É um agrupamento de dispositivos conectados que possuem a capacidade coletar e compartilhar dados.
Protocol	R+	O+	I+				Kind	Conjunto de sistema de regras que permite duas entidades de se comunicar.
Gateway Device	R+	O-	I-				Category	É um agrupamento de dispositivos que realizam agregação, tradução e encaminhamento de protocolos de comunicação entre diferentes protocolos e padrões de comunicação.
MQTT	R+	O-	I+				Subkind	Um tipo de protocolo de comunicação, especialização do protocolo.
DDS	R+	O-	I+				Subkind	Um tipo de protocolo de comunicação, especialização do protocolo.
OPC UA	R+	O-	I+				Subkind	Um tipo de protocolo de comunicação, especialização do protocolo.
IoT Communication Module	R+	O+	I+				Kind	Conjunto de sistema e hardware que permite um

								dispositivo IoT de se comunicar.
<b>Network Communication Port</b>	<b>R+</b>	<b>O+</b>	<b>I+</b>		<b>D1</b>		<b>Kind</b>	Parte de hardware de um modulo de comunicação que conecta o modulo com uma rede externa.
<b>Message</b>	<b>R+</b>	<b>O+</b>	<b>I+</b>			<b>D2+</b>	<b>Relator</b>	Truth-maker da relação entre a porta de comunicação de um dispositivo IoT e um dispositivo de rede.
<b>Content</b>	<b>R+</b>	<b>O+</b>	<b>I+</b>		<b>D1</b>		<b>Quality</b>	Caracteriza uma mensagem na comunicação.

6) Organize os conceitos de acordo com suas relações estruturantes (mereológicas e taxonômicas): Instance-of, Subclass-of , part-of, component-of, subquantity-of , element-of, Extension-of , Set-of, Subset-of, caracterizes, inheres, etc. Introduza outras relações de domínio necessárias à conceitualização que atendam as questões de competência. Para cada relação utilizada, descreva se ela é uma relação do tipo descritiva interna, descritiva externa, não-descritiva interna, não-descritiva externa.

Relação	Descrição	Justificativa
exchange_messages	Descritiva Externa	É uma relação bilateral de comunicação entre um dipositivo IoT e um Gateway, mantendo em virtude da existência de pertinentes momentos extrínsecos de seus relata.
has	Não-descritiva Externa	É uma relação primitiva não analisável, indicando que a mensagem de comunicação possui um protocolo.
communicates_with	Descritiva Externa	É uma relação bilateral de comunicação entre os sensores e atuadores e um dispositivo IoT, mantendo em virtude da existência de pertinentes momentos extrínsecos de seus relata.

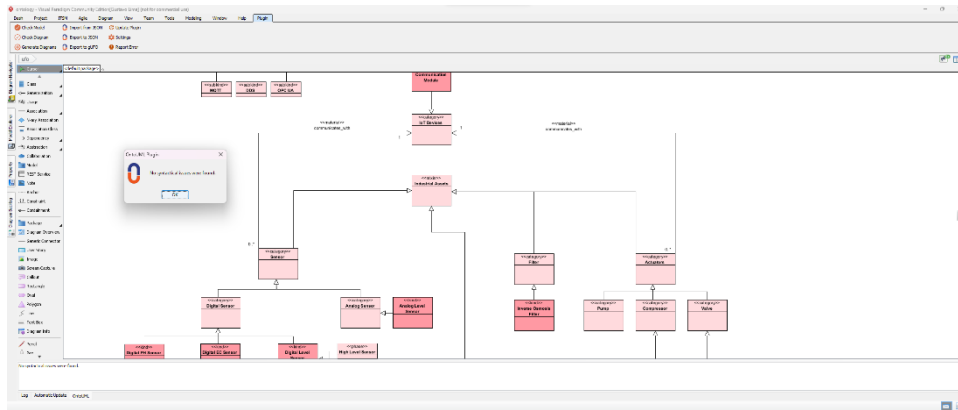
measures	Descritiva Interna	Todos os sensores (PH, EC, Level) estão medindo atributos intrínsecos dos objetos mensurados.
pumps_in	Não-descritiva Interna	É uma relação que não depende de nenhuma propriedade do relata, mas confere uma ação realizada entre o compressor de ar e um tanque.
opens	Não-descritiva Interna	É uma relação que não depende de nenhuma propriedade do relata, mas confere uma ação realizada entre uma válvula e um tanque.

7) Modele os intrinsic moments e seus quality domains, dispositions e funções.

Intrinsic moments	Quality Domains, Dispositions e Functions
pH	<b>Quality Domain</b> ( 0 – 7 indicando acidez, 8-14 indicando alcalinidade), possui a <b>disposição</b> de variar de valor entre 0 e 14 a depender da acidez ou alcalinidade da solução. Possui a <b>função</b> de indicar a acidez de uma solução, propriedade que interfere diretamente na disponibilização de nutrientes para o crescimento das plantas.
EC	<b>Quality Domain</b> (0 – 2.5 de acordo com o estágio de crescimento da planta), possui a <b>disposição</b> de variar de valor de acordo com as faixas adotadas para cultura hidropônica e <b>função</b> de indicar a concentração de nutrientes disponíveis para as plantas, é uma medida de concentração de ions.
Level	<b>Quality Domain</b> (0 –1 de acordo com a ativação ou não do sensor), possui a disposição de variar entre ligado e desligado (1 ou 0) de acordo com o nível de líquido presente em um tanque. Para sensores de alto nível, quando ativados (valor 1) indicam que o fluido atingiu o valor máximo dentro do tanque. Já para os sensores de baixo nível, sua ativação indica que o conteúdo precisa ser repostado.

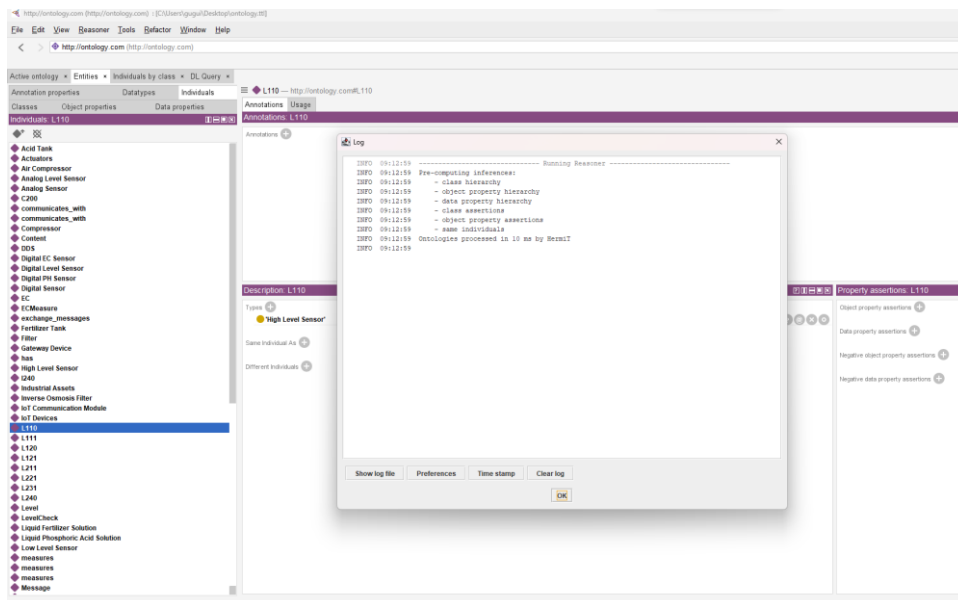
8) Teste a consistência do modelo implementando na ferramenta ONTOUML , plugin do Visual Paradigm.

O modelo não apresentou nenhum erro de consistência nas checagens de modelo e diagrama a partir do Plugin.



9) Introduza instâncias fornecidas pelo Pedro no chat da aula do dia 8 (aula foi gravada e está no Teams da disciplina). A ferramenta do ONTOUML não permite a inclusão das instâncias, para isso, é necessário exportar o modelo para o PROTÉGÉ, como feito na aula. As Introduza as instâncias e teste a consistência com o raciocinador Hermit.

Todas as instancias foram introduzidas, nenhum erro encontrado pelo raciocinador Hermit.



10) Relate as consultas que podem ser suportadas e as inconsistências apontadas pelos raciocinadores da ferramenta ONTOUML, no processo de modelagem.

Com essa ontologia podemos consultar informações como:

A lista de instancias de certas entidades (Tank tem quais instancias).

Todas as entidades que têm alguma instancia.

Toda a arvore de relação de subsumption de uma entidade (Sensor -> Digital -> EC/PH/Level Sensor)

Podemos consultar as qualities de certa entidade.

Consultar a tipologia de industrial assets presentes no modelo.

Qual o protocolo de certa comunicação.

Durante o período de modelagem o único problema encontrado pelo raciocinador eram relações proibidas, como a relação entre mixin e quality que não pode existir, ou dizer que a quality é um componentOf de alguma entidade. Mas todos esses erros foram corrigidos com o modelo totalmente consistente no final.