

ONTOLOGIAS

Conceitos e aplicações



Profa. Mara Abel

marabel@inf.ufrgs.br

Informatics - UFRGS

Prof. Mara Abel

Geóloga and Doutora em Ciência da Computação - Inteligência Artificial

Docente convidado no Instituto de Informática da UFRGS

Criadora do grupo de pesquisa **INF-UFRGS-ENERGIA** e da empresa **ENDEEPER**

Grande experiência em projetos de Engenharia de Ontologias na indústria



mara.abel at inf.ufrgs.br

[linkedin.com/in/mara-abel-4881a8](https://www.linkedin.com/in/mara-abel-4881a8)

<https://www.researchgate.net/profile/Mara-Abel>

<https://github.com/BDI-UFRGS>

petwin.org



Agenda

1. Gestão de conhecimento e as ilhas de informação
2. Semântica
3. O que é uma ontologia formal
4. Engenharia de ontologias
5. Metapropriedades e categorias ontológicas

Gestão de Conhecimento

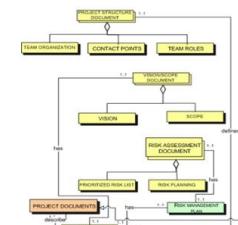
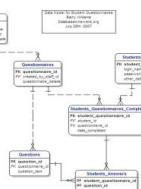
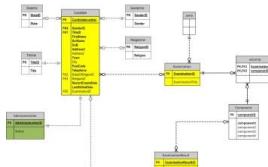
- O conhecimento estratégico das organizações está incorporado nos seus funcionários e sistemas
- Problemas comuns das organizações:
 - fazer com que softwares legados se comuniquem entre si;
 - definir padrões para capturar e compartilhar informações;
 - recuperar informações legadas em diversos formatos.
- Isso requer lidar com a semântica!

Sistemas são feitos para dar suporte a atividades

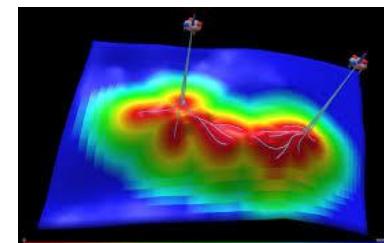
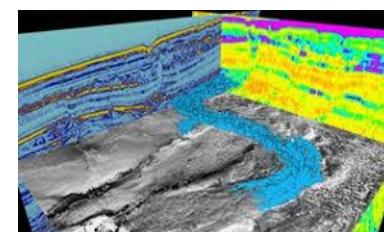
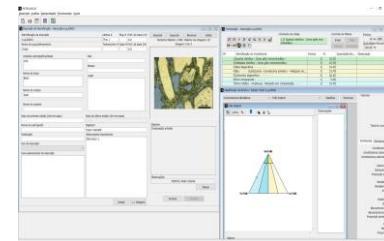
Atividade



Modelo



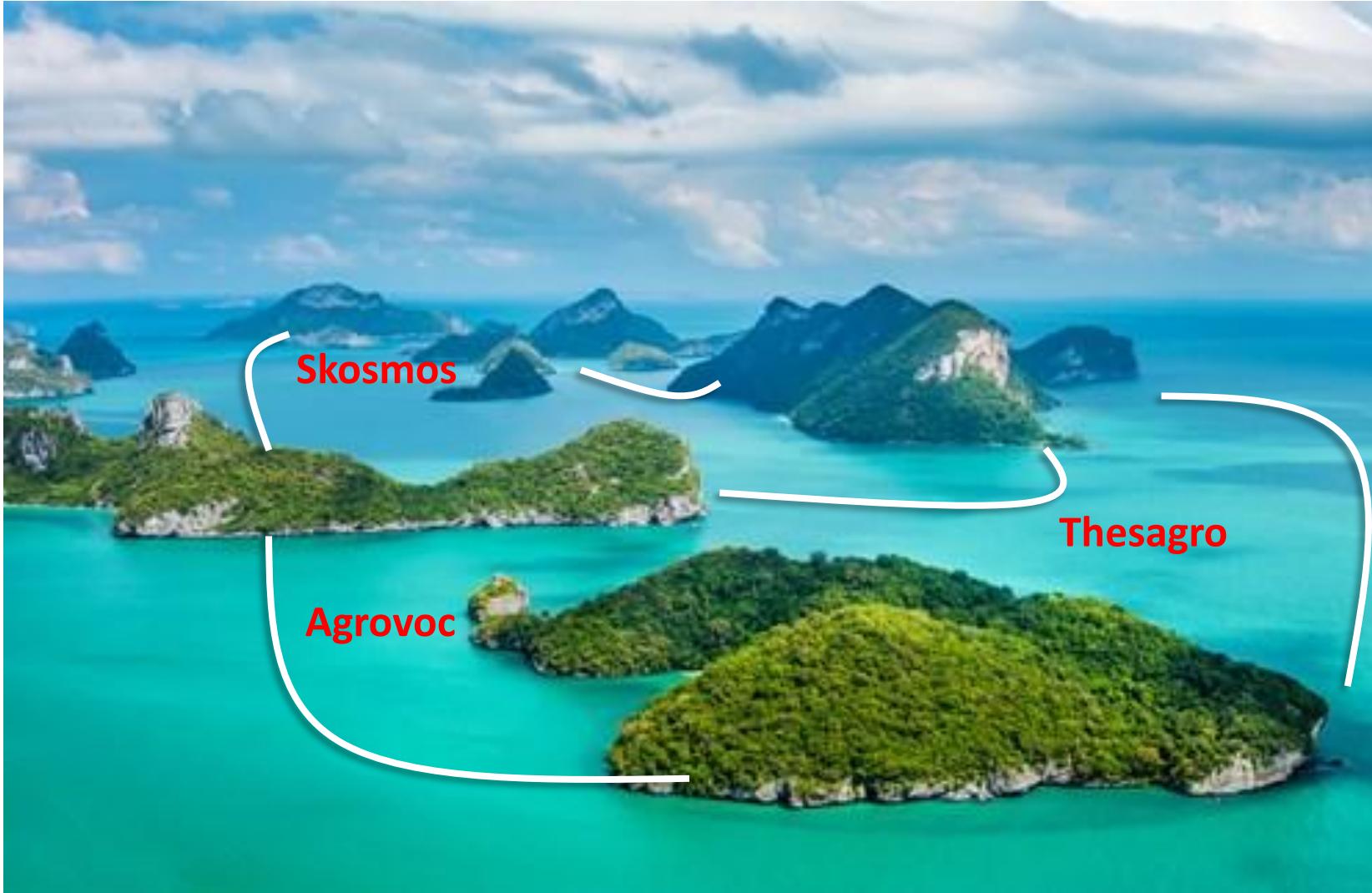
Software



A herança dos sistemas legados

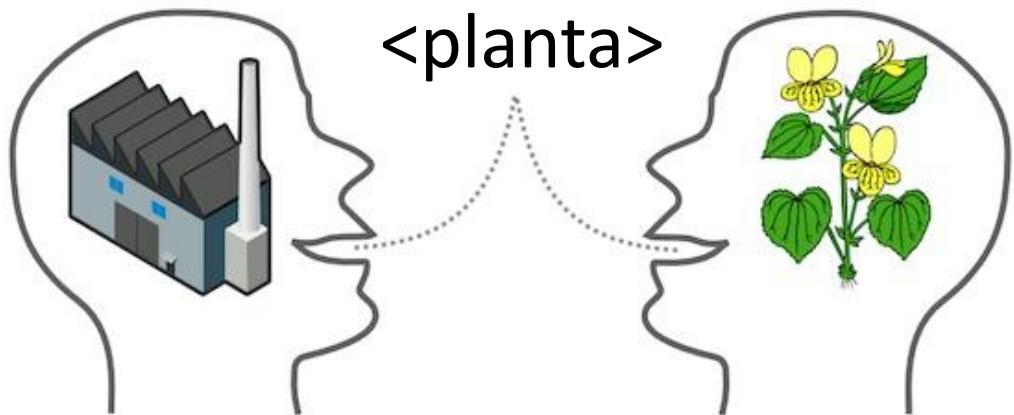


Padrões são as pontes para as ilhas de informação



Mas padrões são também modelos que capturam a semântica dos dados

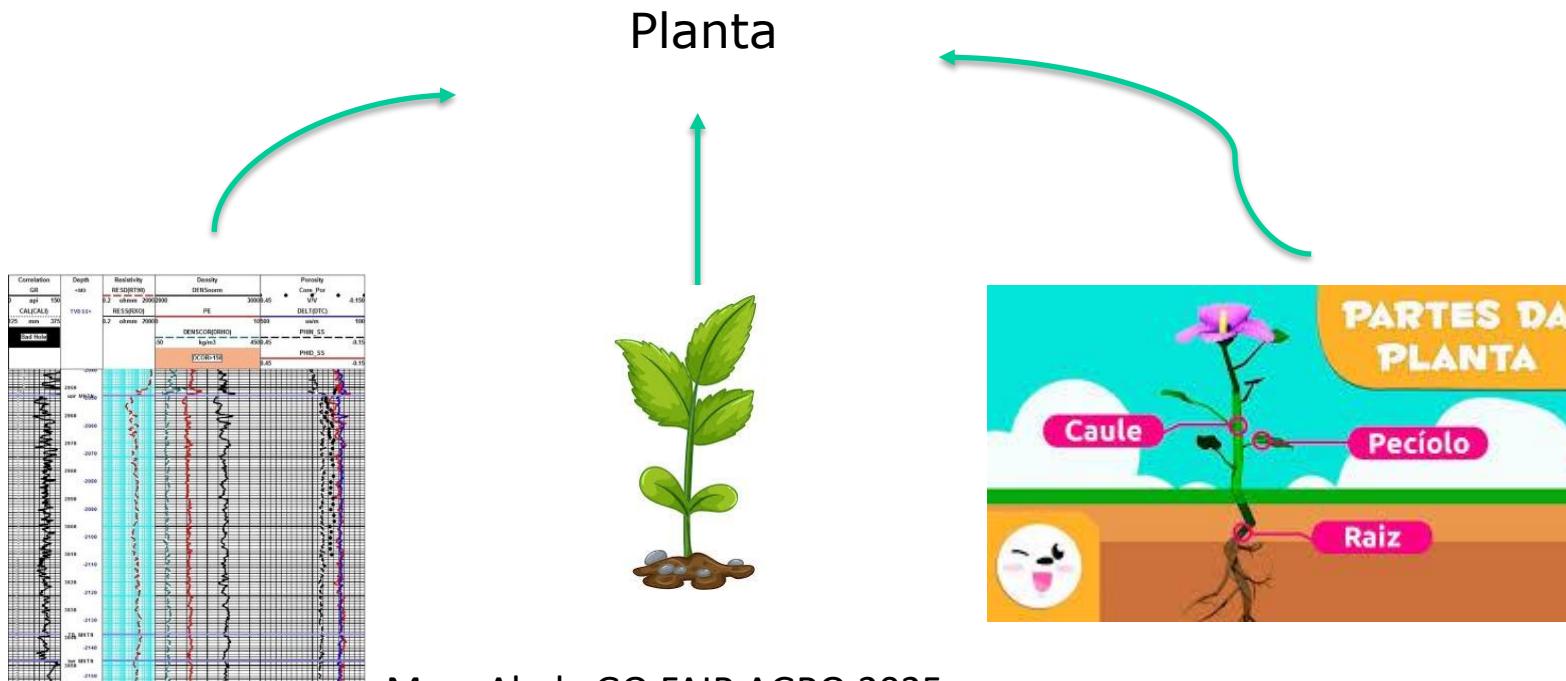
Semântica?



- Descreve o significado de uma linguagem/vocabulário
- Expressa a relação entre *significantes* - como palavras, frases, sinais e símbolos - e o **quê** eles representam na realidade

Tornar a semântica explícita auxilia integração

- Ontologias identificam as entidades-chave do domínio e modelos conceituais e formalizam sua semântica para criar padrões e tratar interoperabilidade



Ontologia : o que é?



- () Uma terminologia modelada em OWL
- () O modelo de conhecimento de um domínio
- ✗) Uma teoria lógica que estuda o significado de um vocabulário formal
- () Descrição explícita dos conceitos relacionados a um problema

Ontologia

Uma teoria de modelagem que visa tornar explícito a conexão entre o *significado compartilhado* e um *vocabulário formal* dentro de uma comunidade.

- Ontologia formal é baseada nas teorias filosóficas de
 - Essência e identidade,
 - Partes e todos,
 - Unidade e pluralidade,
 - Dependência,
 - Composição e constituição,
 - Propriedades e Qualidades

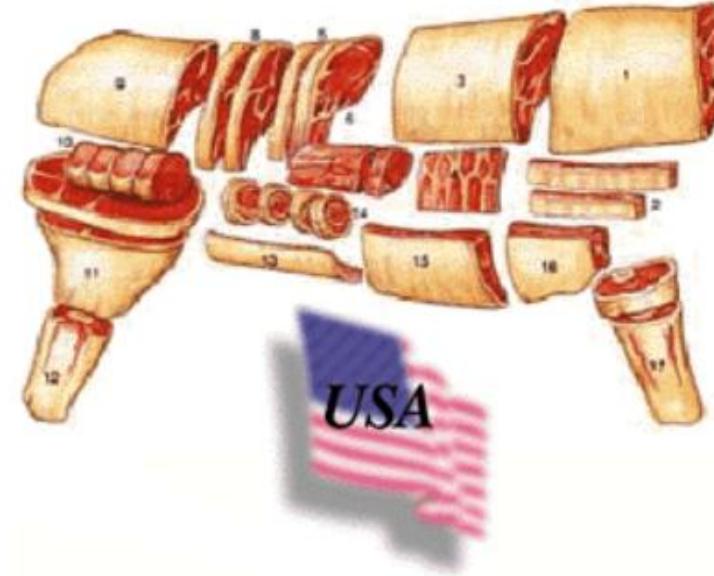
Guarino, Formal ontology and Information systems, 1998

Ontologia formal fornece categorias para distinções ontológicas



categorias para distinções ontológicas

As categorias permitem
mapeamentos independentes de
domínio entre comunidades e
software

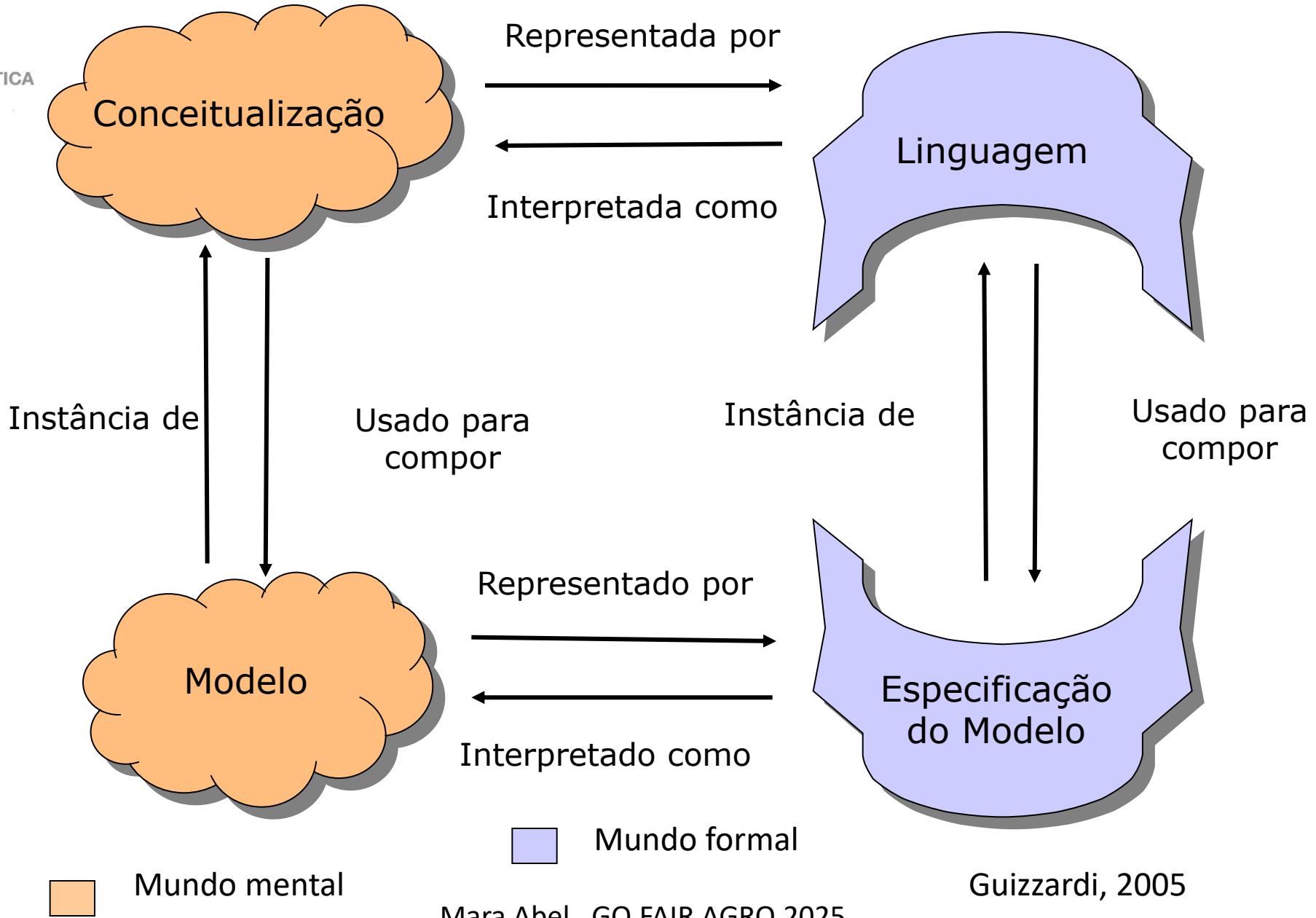


A grande questão para um ontologista

O quê é isso?

A resposta é uma categoria ontológica

Modelo Conceitual



Conceitualização X Linguagens



L1

Maçã



L2

Apple

Mesma
Conceitualização!



L1

Jaguar



L2

Jaguar

Diferentes
Conceitualizações!

Conceitualização X Linguagens

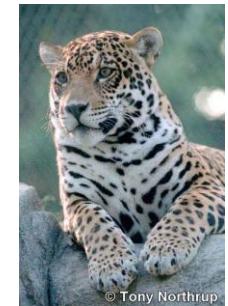


L1

Maçã



Mesma
Conceitualização!



L1

**Não confie
em NOMES!**



L2

Jaguar

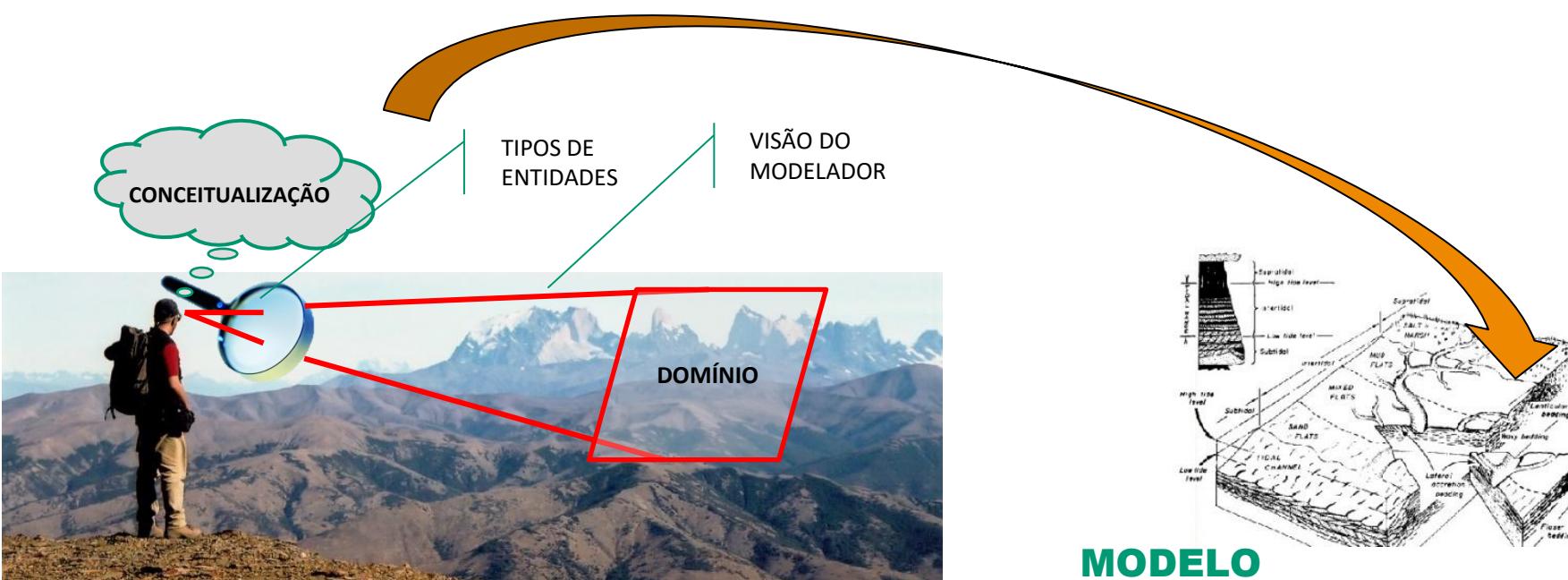
Diferentes
Conceitualizações!

Ok, entendi!

Mas por que isso é importante?

Modelos Conceituais

- Modelos conceituais não representam a REALIDADE, mas sim a CONCEITUALIZAÇÃO da realidade por parte do modelador. Para garantir que os modelos possam ser INTEGRADOS, a conceituação precisa ser clara e compartilhada por toda a comunidade.



Por que isso é importante?

- Porque temos **múltiplos sistemas**,
múltiplos modelos,
múltiplos profissionais,
múltiplas tarefas...

E precisamos de uma **referência comum**, não subjetiva, para unificá-los. **Palavras não bastam.**



Um pouco de Engenharia de Ontologia

Noções básicas sobre modelagem de ontologias

Modelo de conhecimento

- **Extensional:** abstrair uma situação
- **Subjetivo:** refletir a visão de alguém
- **Baseado em problemas:** concebido para resolver um problema

Ontologia

- **Intensional:** o que a entidade é em qualquer contexto
- **Independente do sujeito:** conhecimento consensual
- **Compartilhável:** concebido para mapear domínios

Categorias Ontológicas

- Universais X Particulares (instâncias)
- Princípios de identidade, unidade e subsunção
- A relação parte-todo
- Dependência existencial e relacional
- Tropos (qualidades) e relações
- Distinção de eventos e processos
- Papéis e entidades sociais
- Eventos e participação

A distinção central

universal vs. particular^(*)

(*pessoa* vs. Arnold Schwarzenegger)

(*) Particular é o termo filosófico que se refere a representações de INSTÂNCIAS que não possuem instâncias próprias.

Particulares



A 515287 **DC3300 Dust Collector Fan**

B 521683 **Gilmer Belt**

C 521682 **Motor Drive Belt**

universais

Qual o melhor modelo?



sortal universal

Maçã
cor = vermelha

Characterizador
Universal

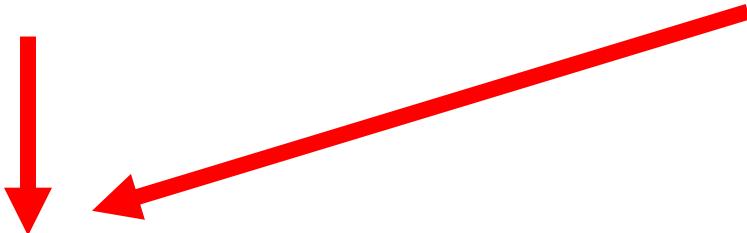
Vermelho
forma = maçã

Princípio de identidade

A maçã tem prioridade como entidade porque tem *identidade própria*. O vermelho *depende* da maçã para existir.

Continuantes e Ocorrentes

O tumor se desenvolveu **no pulmão do João** nos últimos 25 anos

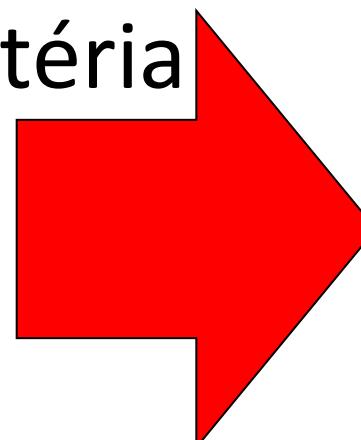


Quantidades de matéria

Objetos

Coleções

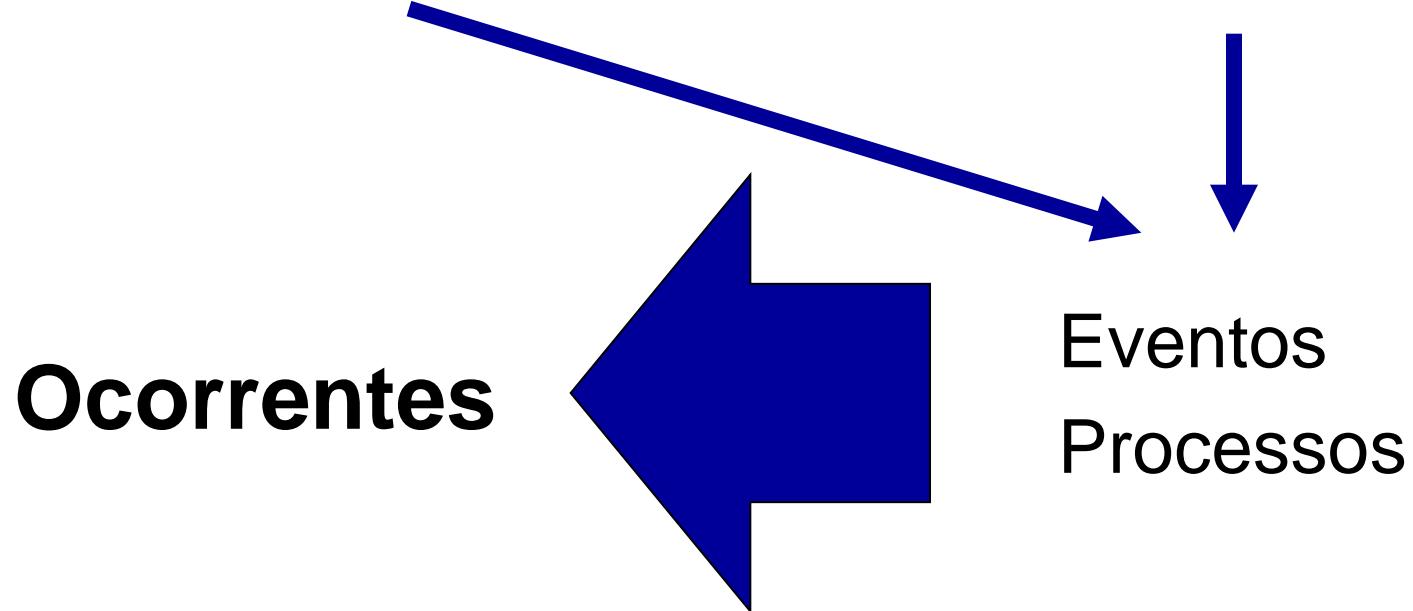
Qualidades



Continuantes

Passagem do tempo

O tumor se desenvolveu no pulmão do João nos últimos 25 anos



Continuantes - Occurrentes

COISAS QUE EXISTEM
“Snapshot”
Estão inteiras a cada
instante

Cavalo
Joquei
Cerca



COISAS QUE
ACONTECEM
“Videoscopic”
Se estendem
no tempo

Pulo

Duas perspectivas ortogonais e complementares

estoques e fluxos

mercadorias e serviços

anatomia e fisiologia

produtos e processos

objetos geológicos e processos geológicos

Translation result

Existe por si só ou é inherente a outros

Distinções Ontológicas

CRITÉRIO

Ser geral ou específico



Acontece no tempo ou através do tempo



Existe por si só ou é inherente a outros

Forma um todo



Types of inheritance

Como fazer análise ontológica e aquisição de conhecimento?

Meta-propriedades

Criterios para classificar entidades

METAPROPRIEDADES

- Individuação
- Identidade
- Essência
- Unidade
- Dependência

Guarino, Formal ontologies of properties, 2000

Individuação



Onde começa a montanha?
O que não é uma montanha aqui?

Identidade



São o
MESMO
cachorro?



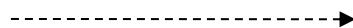
Critério de identidade

- O que dá a identidade desta entidade?
 - ✓ Veículo
 - ✓ Trator
 - ✓ Máquina
 - ✓ Equipamento
 - ✓ Caminhão
 - ✓ Solução do meu problema
 - ✓ Propriedade
 - ✓ Item de seguro
 - ✓ Item mais vendido
- O modelo deve ser estruturado com base nas propriedades **rígidas** de identidade
- Propriedades rígidas **não podem ser perdidas**



Princípio de identidade é único

Estátua



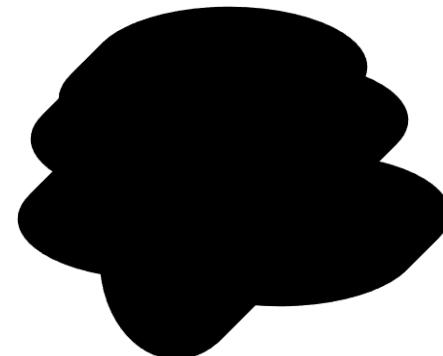
X

Y

X e Y são a mesma entidade

Princípio de identidade é único

Estátua



x

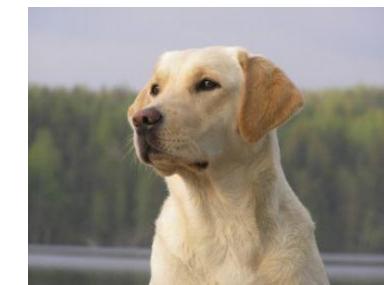
Y

X e Y NÃO são a mesma entidade

Identidade x Unidade

- Usado para definir as relações estruturais do domínio: taxonomias e parodontonomias
- **Identidade (I)**: permite reconhecer a igualdade (se duas entidades do domínio forem iguais) com base em suas propriedades essenciais.

É o meu cachorro?



- **Unidade (U)**: reconhece as partes que formam um indivíduo, ou a continuidade espacial de um indivíduo



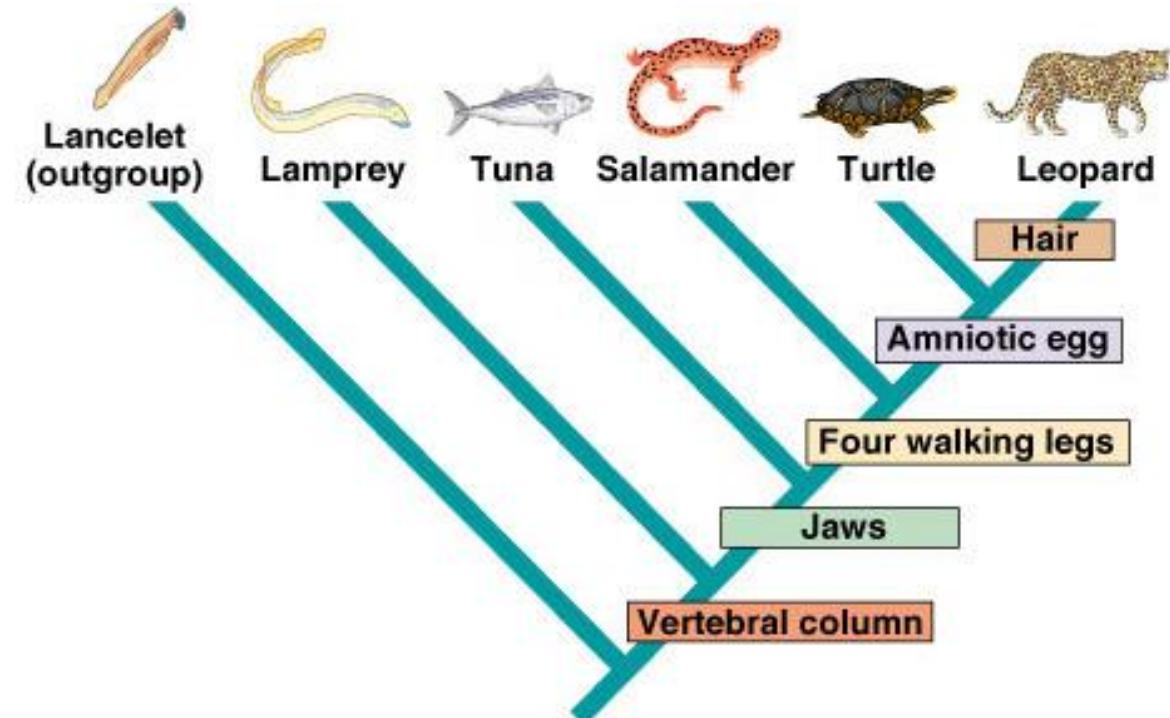
Esta coleira faz parte do meu cachorro?
Meu cachorro é um todo?
Homeomero? Contável?

Ontologias de topo

Sistemas de categorias

Ontologias de topo

- Definem conceitos gerais, não relacionados ao domínio.
- A análise ontológica é realizada pela classificação de termos em uma ontologia superior.
- A ontologia de topo fornece a definição formal que, de outra forma, precisaria ser feita para cada conceito.



Ontologias de topo

- Cada ontologia de ponta adota uma **visão filosófica** do mundo e propõe um **sistema de categorias** baseado nessa visão.
- Após escolhidos, os modelos não podem ser combinados ou intercambiáveis.
- Misturar ambos levará à inconsistência lógica para os raciocinadores.



Qual usamos?

BUILDING ONTOLOGIES WITH BASIC FORMAL ONTOLOGY

ROBERT ARP | BARRY SMITH | ANDREW D. SPEAR



- Uma ontologia de poucas entidades, para apoiar a integração de informações em pesquisas científicas.
- Uma ontologia realista.
- Não inclui conceitos específicos de domínio

Buffalo University

<http://ontology.buffalo.edu/smith/>

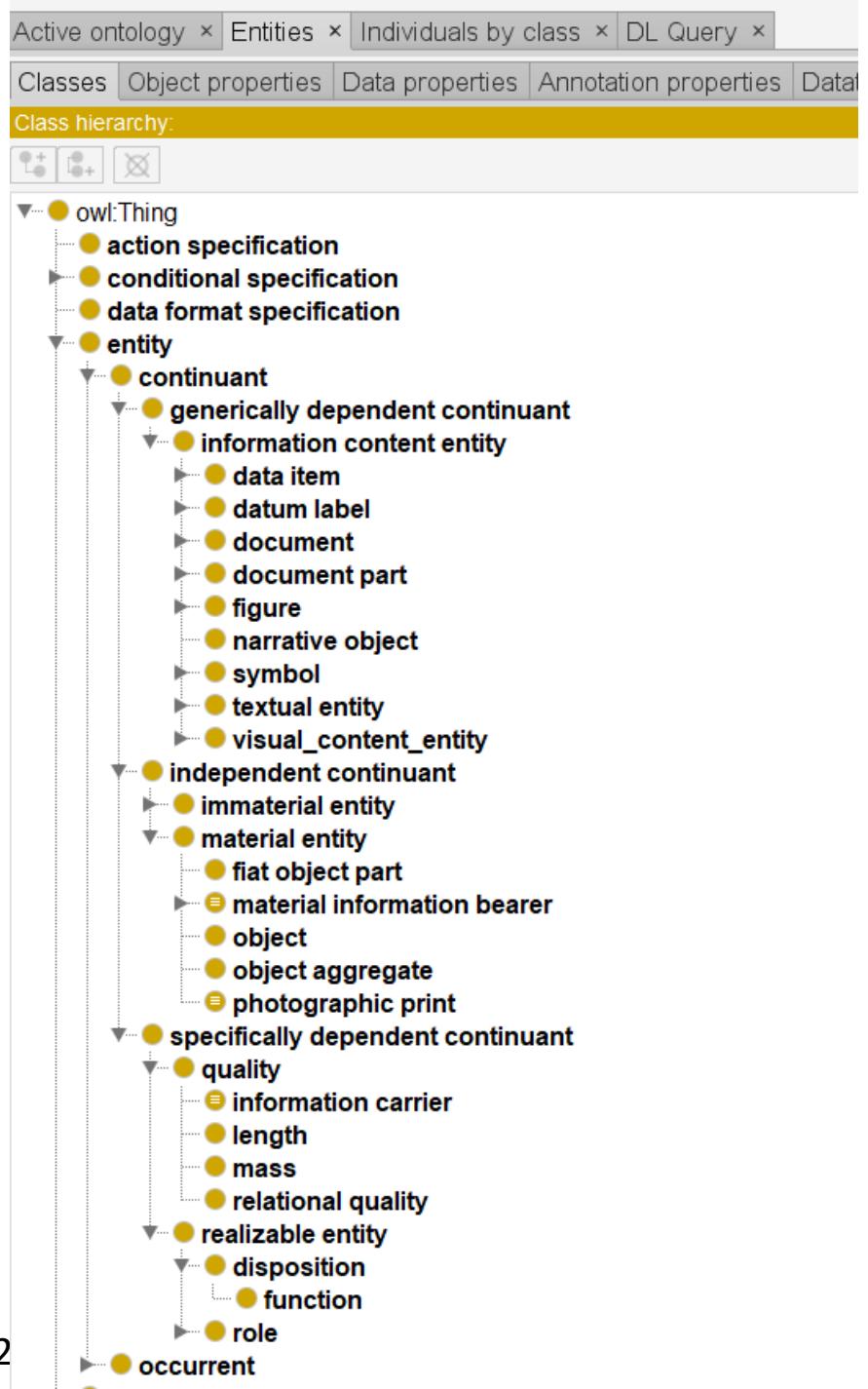
<https://basic-formal-ontology.org/bfo-2020.html>

<http://ontology.buffalo.edu/bfo/>

<https://www.youtube.com/watch?v=uflMfvI-ZxI>

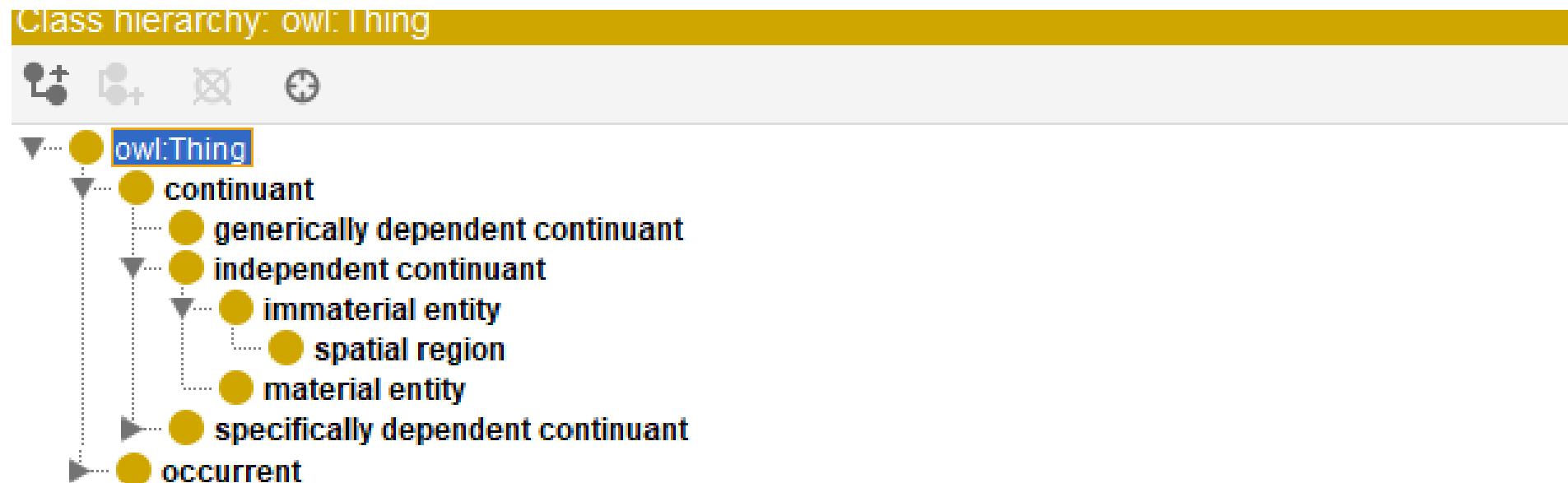
<https://www.youtube.com/watch?v=iTNQYyh88-Y>

O BFO adota uma visão realista e é orientado para entidades físicas



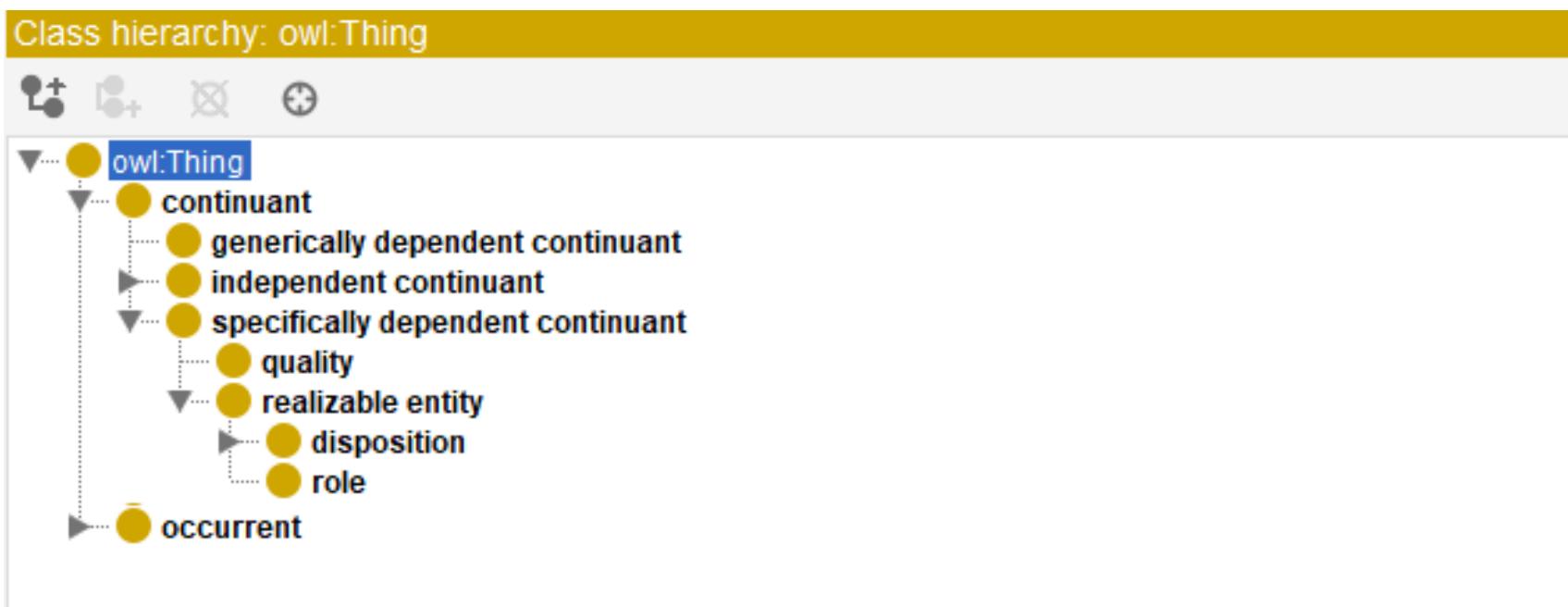
BFO: Organização baseada em dependência

Entidades independentes podem ser materiais ou imateriais.



BFO: Organização

Entidades dependentes podem ser genérica ou especificamente dependentes



OBO Relation Ontology 1.0

<u>Foundational</u>	<i>is_a</i> <i>part_of</i>
<u>Spatial</u>	<i>located_in</i> <i>contained_in</i> <i>adjacent_to</i>
<u>Temporal</u>	<i>transformation_of</i> <i>derives_from</i> <i>preceded_by</i>
<u>Participation</u>	<i>has_participant</i> <i>has_agent</i>

“Relations in Biomedical Ontologies”, *Genome Biology*, April 2005

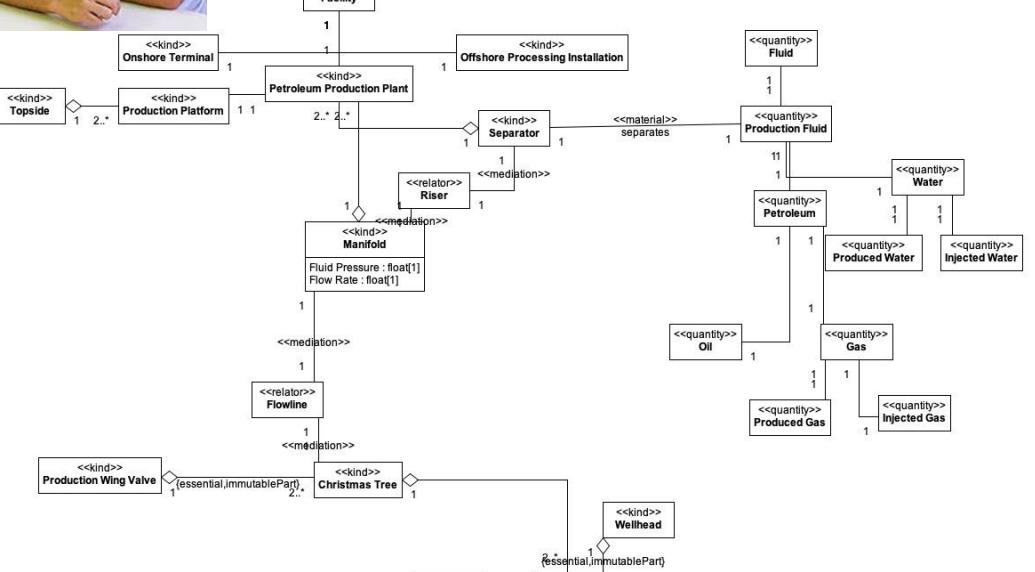
Rede de Ontologias



Tags of monitoring



Production plant



Core ontology for Engineering

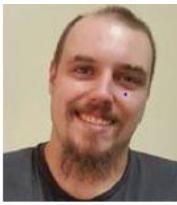


<https://github.com/BDI-UFRGS>

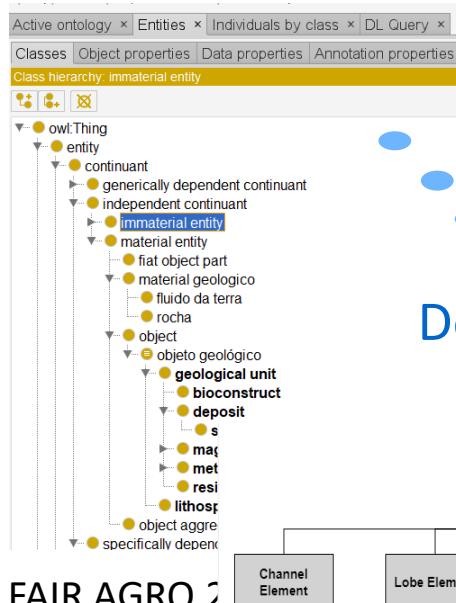


Information Artifact Ontology

GeoCore



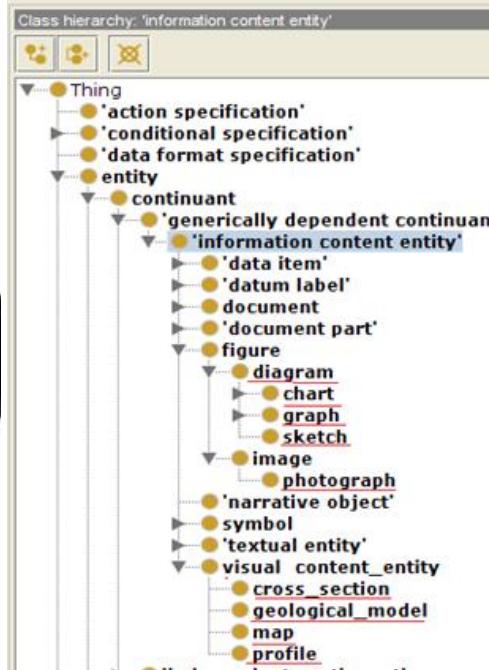
Petroleum Geology



Deep marine deposits



Exploration figures



Conclusões

- O esforço de desenvolvimento de uma ontologia é recompensado pela reutilização efetiva do modelo.
- Suporta o rastreamento de propriedades de entidades em diferentes modelos de dados e sistemas.
- Estabelece um padrão de fato, que pode ser processado por computador para verificações de consistência e similaridades
- Permite *machine learning* em domínios com poucos dados
- ... E muito mais!

Reconhecimento aos ontologistas!



Referências

- **Ontology Repository**

<https://github.com/BDI-UFRGS>

Petwin Projeto de cooperação entre UFRGS-UiO (Brasil-Noruega) patrocinado por Libra (Petrobras, Shell, Total, CNCC, CNOOC), Shell e Equinor.

petwin.org

- **Artigos no Research Gate.**

<https://www.researchgate.net/profile/Mara-Abel>

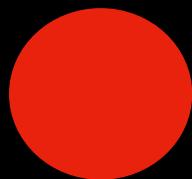
- **Repositório de teses da UFRGS**

<https://lume.ufrgs.br/?locale-attribute=en>

Buscar por “Mara Abel” como “orientador”

ONTOLOGIAS

Conceitos e aplicações

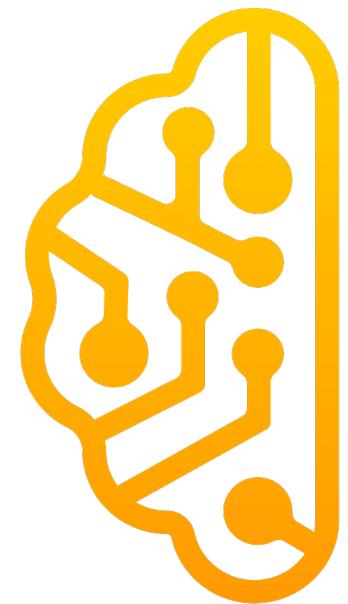


Profa. Mara Abel
marabel@inf.ufrgs.br
Informatics - UFRGS

Ontologias: aplicações

*Casos reais de aplicações baseadas em ontologias
na indústria de Óleo & Gás*

Patricia Ferreira da Silva
GO FAIR Agro - 15/05/2025



CENPES - CENTRO DE PESQUISAS LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO



- 2012 Engenheira de Reservatórios
- 2017 Suporte a decisões orientadas por dados
- 2020 “Transformação Digital” - Papel do vocabulário de domínio em sistemas de Recuperação da informação
- 2022 Mestrado: *ResRiskOnto: an application ontology for risks in the petroleum reservoir domain*

COMUNIDADE DE INTERESSE EM ONTOLOGIAS

Guylermo Velasco de Souza Figueiredo

Marcelo Jaccoud Amaral

Ismael Humberto Ferreira dos Santos

Ana Cristina Florentino Ferreira

Dean Pereira de Melo

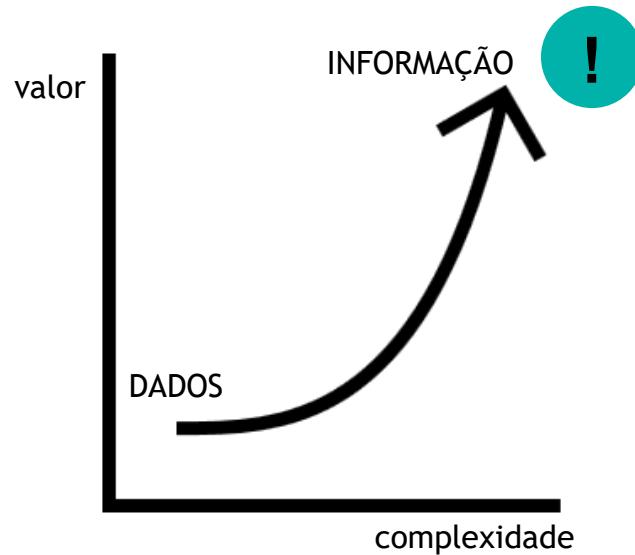
Stephan Ribeiro Perroud

Pedro Henrique Thompson Furtado

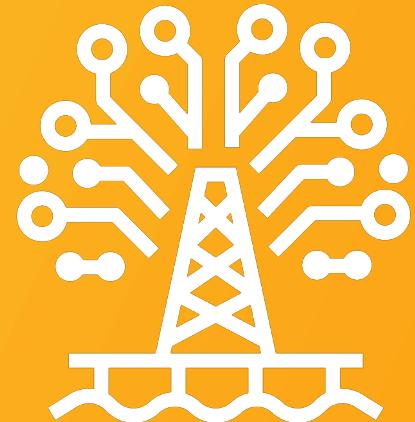


DADOS NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE ÓLEO E GÁS

- Grande volume de dados
- Oriundos de diferentes fornecedores
- Sintaxe variável (formato, protocolo)
- POTENCIAL DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO



SHANNON, Claude Elwood. **A mathematical theory of communication**. The Bell system technical journal, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.



VALOR DA INFORMAÇÃO

The screenshot shows a web-based chat interface for ChatPetrobras. At the top, there's a header with the Petrobras logo and a greeting "Olá, Patricia!". Below the header, the model used is listed as "GPT-4o Mini" and the base/context is "Dados Públicos". The main conversation area shows a message from "Patricia" asking "Qual a diferença entre dados e informações?". The AI response explains that data are raw elements without context or interpretation, while information is processed, organized, and interpreted data. It also notes that information is the final product of analysis and interpretation. At the bottom, there's a message input field with a character limit of 128,000 and a note about potential inaccuracy.

Nova Conversa

Pesquisar conversas...

Hoje

Este mês

Abri/2025

Março/2025

Fevereiro/2025

Janeiro/2025

Dezembro/2024

Novembro/2024

Outubro/2024

Setembro/2024

Agosto/2024

Julho/2024

Junho/2024

Avalie as novidades!

Modelo: GPT-4o Mini

Base/Contexto: Dados Públicos

Olá, Patricia!

Patricia

14/05/2025, 14:21:56

Qual a diferença entre dados e informações?

ChatPetrobras

Dados são elementos brutos, sem contexto ou interpretação, que podem ser números, textos, imagens, etc. Eles representam fatos ou observações isoladas. Por exemplo, a temperatura de uma cidade em um determinado dia é um dado.

Informações, por outro lado, são dados que foram processados, organizados e interpretados de maneira a terem significado e contexto. Quando você analisa os dados sobre a temperatura ao longo do tempo e entende que isso influencia o clima da cidade, você está lidando com informações.

Em resumo, dados são a matéria-prima, enquanto informações são o produto final que resulta da análise e interpretação desses dados.

Envie uma mensagem...

O ChatPetrobras pode apresentar informações imprecisas e conteúdo que não reflete as opiniões da Petrobras. Considere verificar informações importantes. [Saiba mais](#)

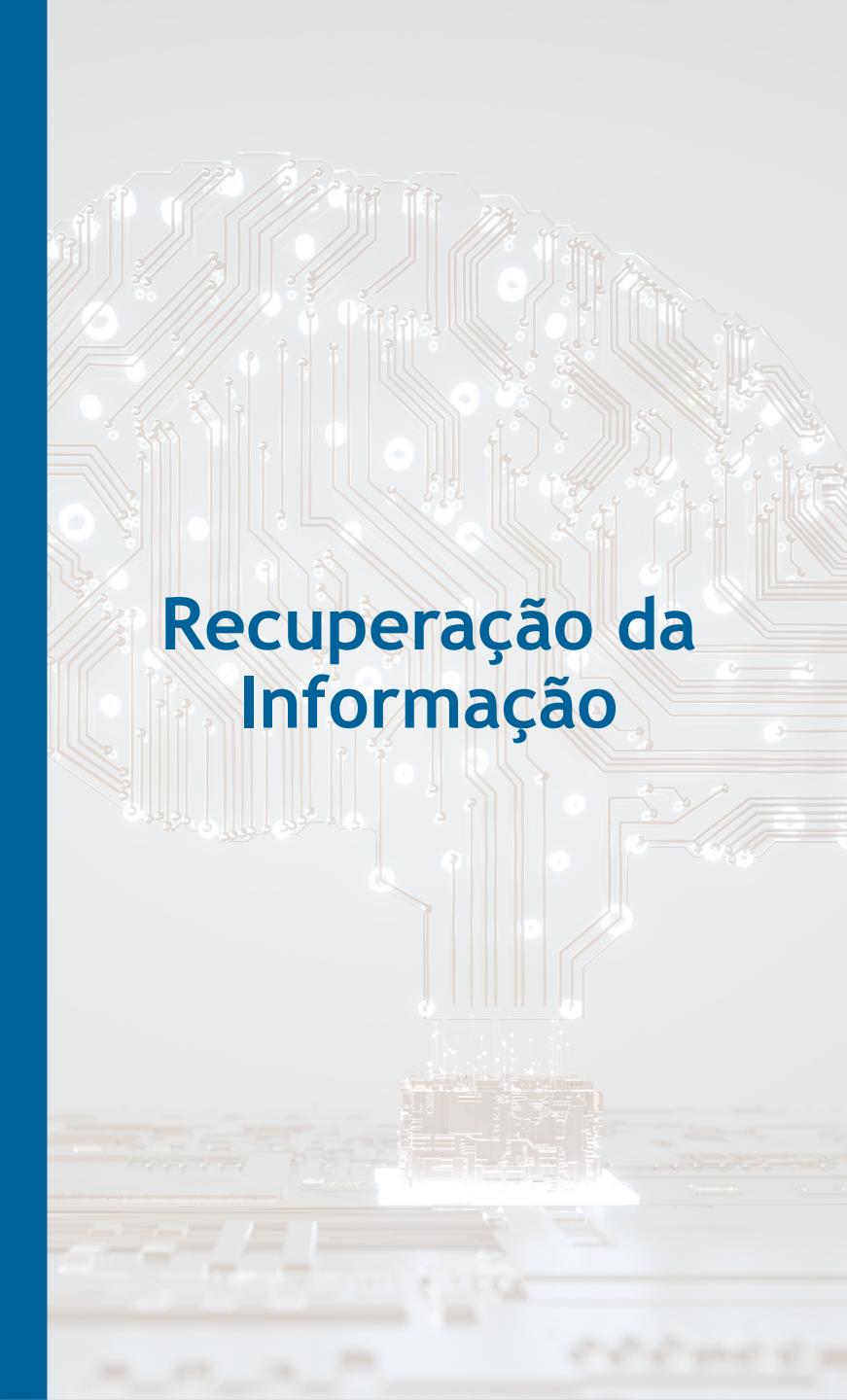
Reportar erros • Instruções de uso e FAQ • Termos de uso • v. 2025.03.31a

A background image showing a row of white filing cabinets with grey handles, arranged in two columns.

*Design de base de
dados*

A background image featuring several white 3D puzzle pieces scattered across a light blue surface, symbolizing connectivity and integration.

Interoperabilidade

A background image showing a close-up of a white printed circuit board (PCB) with gold-colored metal traces and components.

Recuperação da
Informação

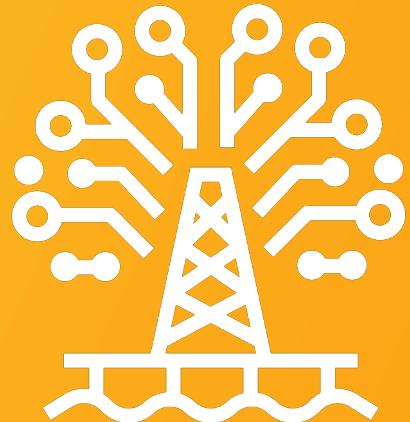
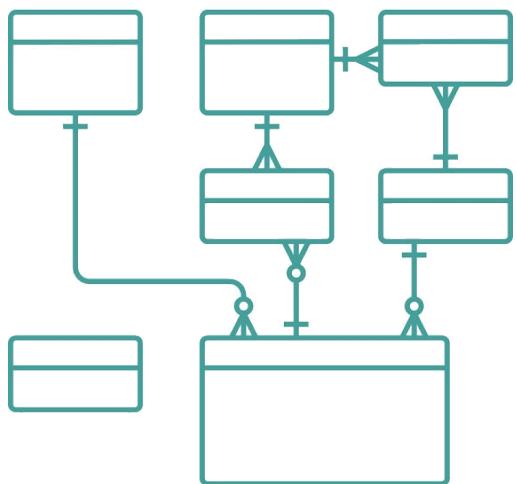


Design de base de dados

MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

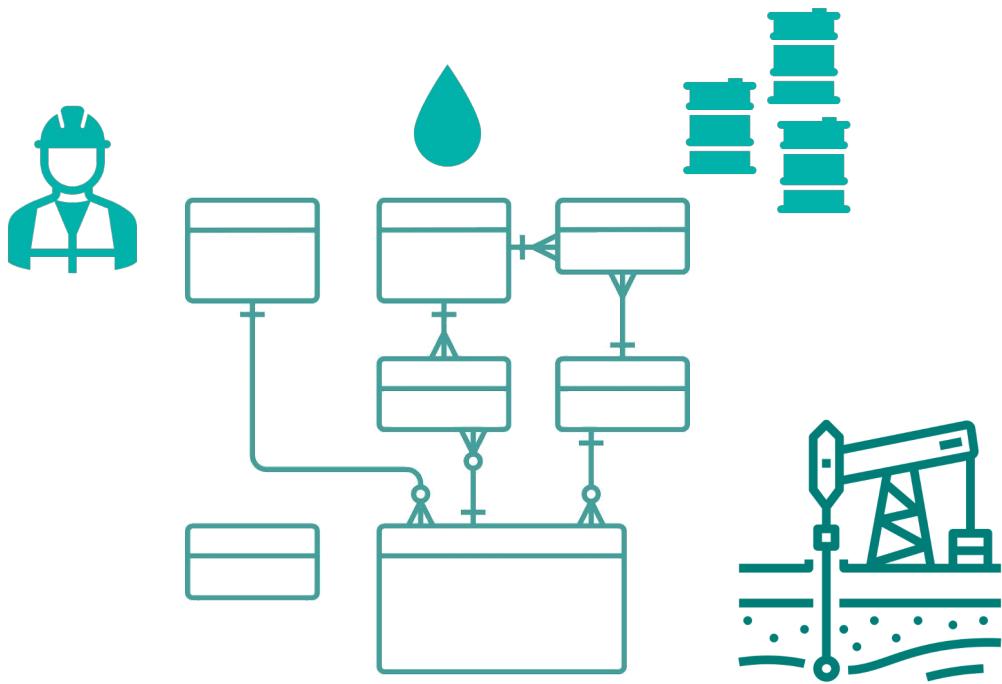
Ontologias endereçam necessidades-chave no projeto de uma base de dados:

- Identificação das entidades do domínio (ex.: poço);
- Esclarecimento e desambiguação de conceitos;
- Formalizar definições das entidades;
- Estabelecer relações entre as entidades;
- ...



ALGUNS DESAFIOS NO DESIGN DE BASE DE DADOS

- Bases de dados pré-existentes;
- Principais entidades do domínio são conhecidas / modeladas!



PROBLEMAS ENDEREÇADOS POR ONTOLOGIAS

Ontologias esclarecem domínios mal definidos!

- Definição de domínios de suporte ao negócio, como *legal*, *gestão*, *riscos*, etc;
- Casos em que os conceitos são de difícil definição

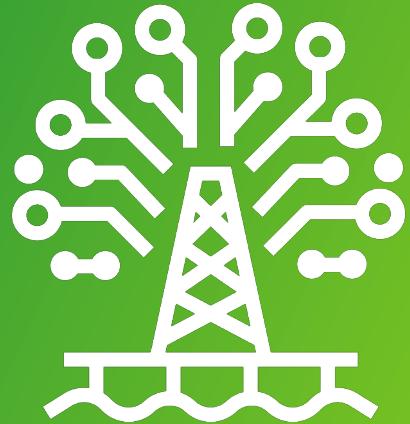
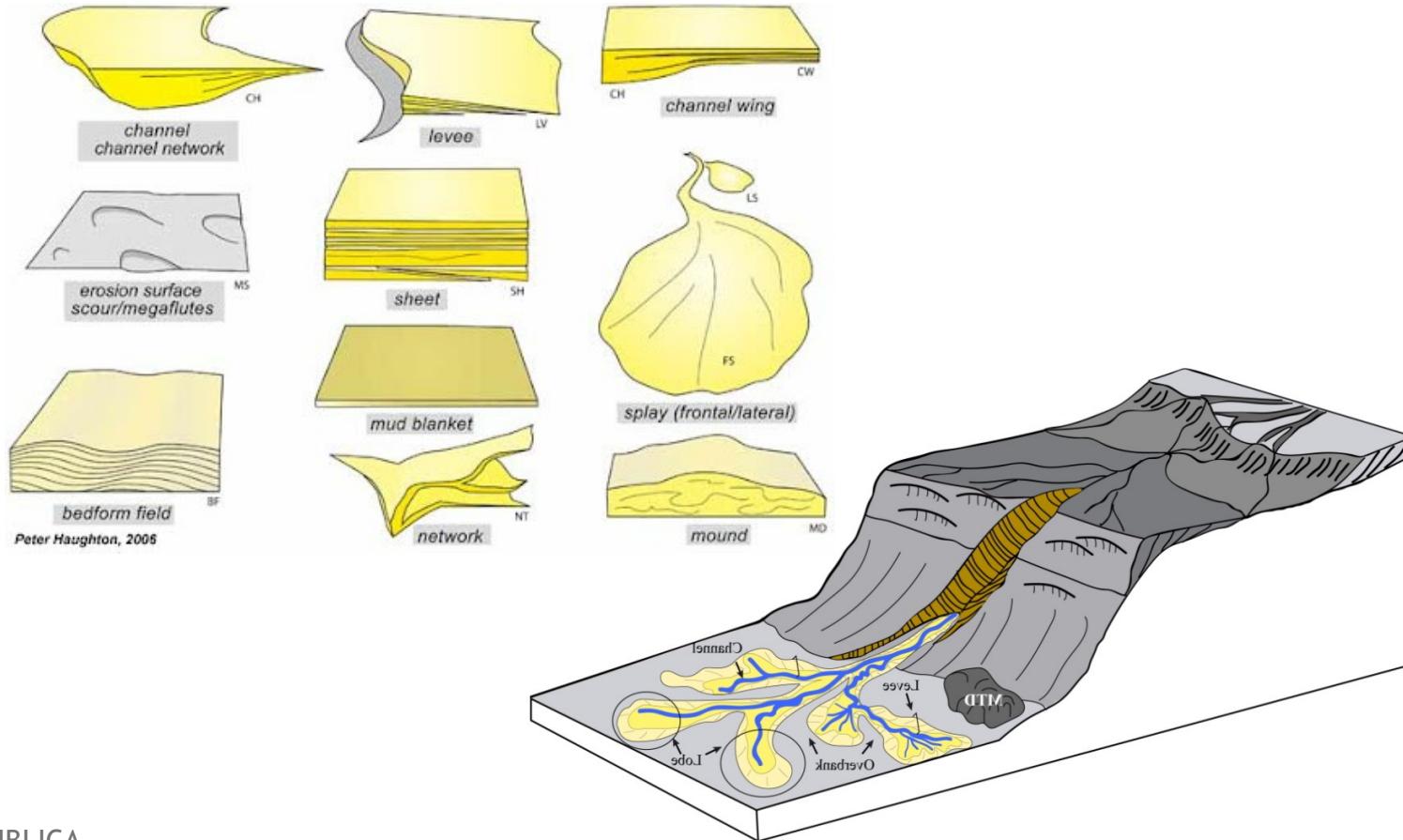
Aplicação: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO



<https://youtu.be/95RggPOyp2s?si=oB7wq6fQ9BM-B0GL>

PROBLEMA DA PADRONIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Diferentes formas de organizar as informações dos *corpos geológicos*!



ONTOLOGIA: GEORESERVOIR

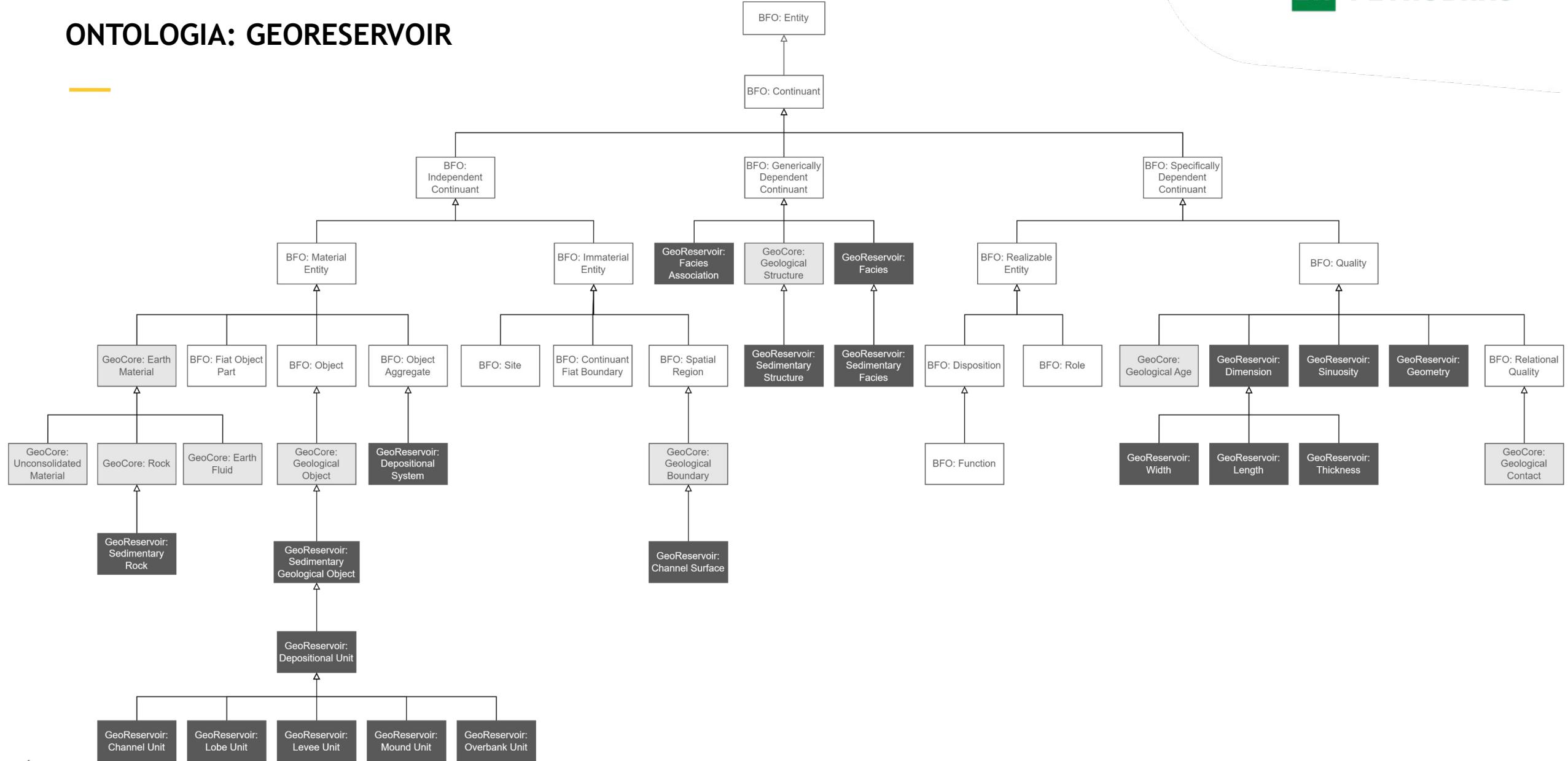
Domínio: Geologia

Objetivo: Descrever sistemas deposicionais em ambiente marinho profundo

Metodologia para construção: Análise terminológica por especialistas do domínio familiarizados com os fundamentos da construção de ontologias

Referência: [CICCONETO, Fernando et al. GeoReservoir: An ontology for deep-marine depositional system geometry description. Computers & Geosciences, v. 159, p. 105005, 2022.](#)

ONTOLOGIA: GEORESERVOIR



APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO

The screenshot displays the 'PAINEL DE ANÁLOGOS' (Reservoir Analogs Dashboard) application, developed for PETROBRAS. The interface is divided into two main sections: 'Análogos de Campo de Petróleo' (left) and 'Análogos de Afloramento' (right).

Análogos de Campo de Petróleo: This section contains four cards:

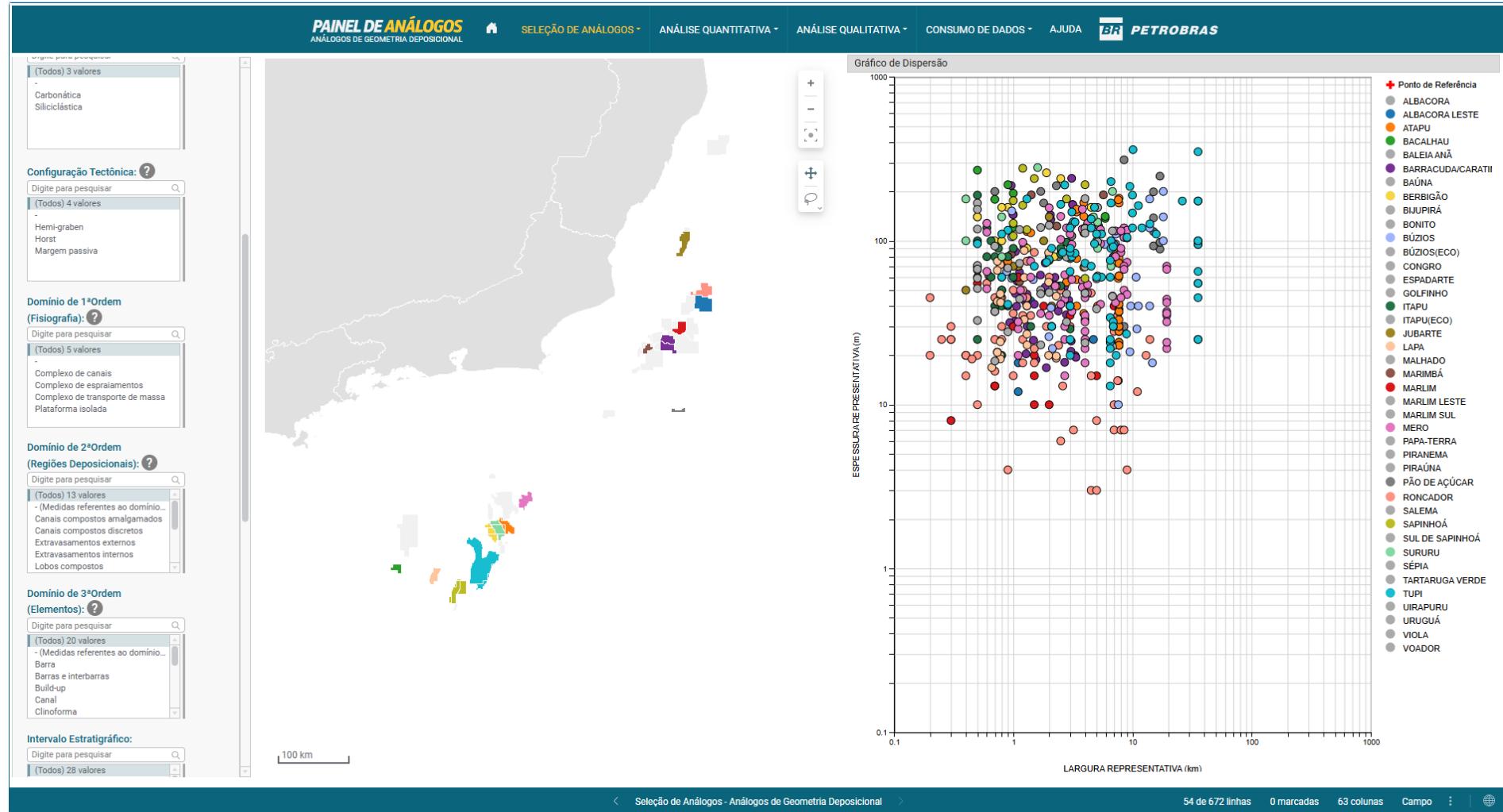
- Seleção de Análogos:** Represented by a magnifying glass icon over a geological cross-section.
- Análise Quantitativa:** Represented by a bar chart and a gear icon.
- Análise Qualitativa:** Represented by a wavy line and a gear icon.
- Consumo de Dados:** Represented by a cloud icon with a downward arrow and a monitor icon.

Análogos de Afloramento: This section contains one card labeled 'Acesso ao Saga' (Access to Saga), featuring the 'Saga' logo.

At the bottom of the dashboard, there is a footer bar with the following information:

- < Home >
- 1.221.371 de 1.829.792 linhas
- 0 marcadas
- 138 colunas
- Perfil Poço - Categórico
- ⋮
- 🌐

APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO



APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO

Valor
ECONÔMICO

ASSINE

O aprendizado de máquina usa algoritmos matemáticos para ensinar uma máquina a desempenhar uma tarefa e a buscar novas soluções. No caso da **Petrobras**, por exemplo, essa tecnologia está presente em todos os segmentos de negócio da companhia, com diferentes níveis de maturidade.

Na área de exploração e produção, a estatal desenvolveu um painel de análogo de reservatórios. A ferramenta viabiliza a escolha automática de zonas de produção, por meio de informações obtidas em reservatórios semelhantes. De acordo com a companhia, processos que antes levavam até um mês para serem concluídos passaram a ser finalizados em poucos dias.

<https://valor.globo.com/google/amp/empresas/noticia/2023/02/25/inteligencia-artificial-e-realidade-na-industria-de-petroleo.ghml>

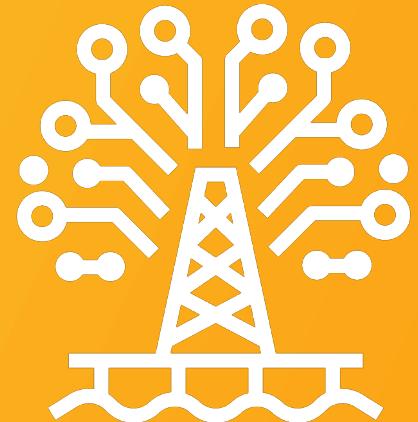


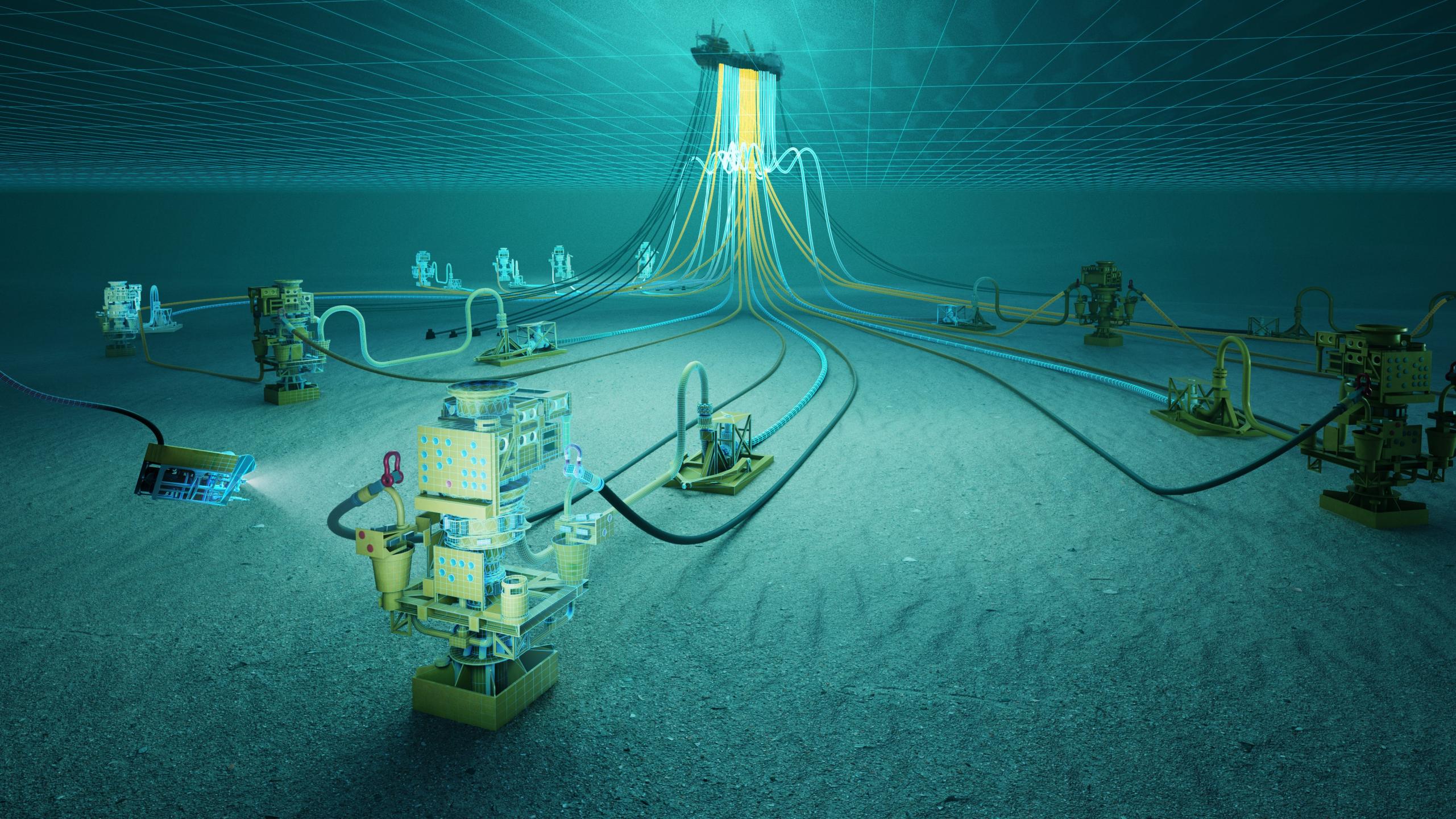
Interoperabilidade

MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

Ontologias dependem do consenso compartilhado acerca do entendimento do domínio

- Identificação dos conceitos que “ancoram” significado entre diferentes disciplinas e times;
- Mapeamento da cadeia de ações ao longo das disciplinas;
- Modelagem de conceitos e comportamentos...





PROBLEMA DA COMUNICAÇÃO ENTRE SISTEMAS, FERRAMENTAS E PESSOAS

FONTES DE DADOS

TEMPO REAL

Sensores

PERIÓDICOS

Sísmica, poços,
testes

PERMANENTE

Histórico do
ativo

NÃO ESTRUTURADO

Documentos,
imagens

DISCIPLINAS

Topside

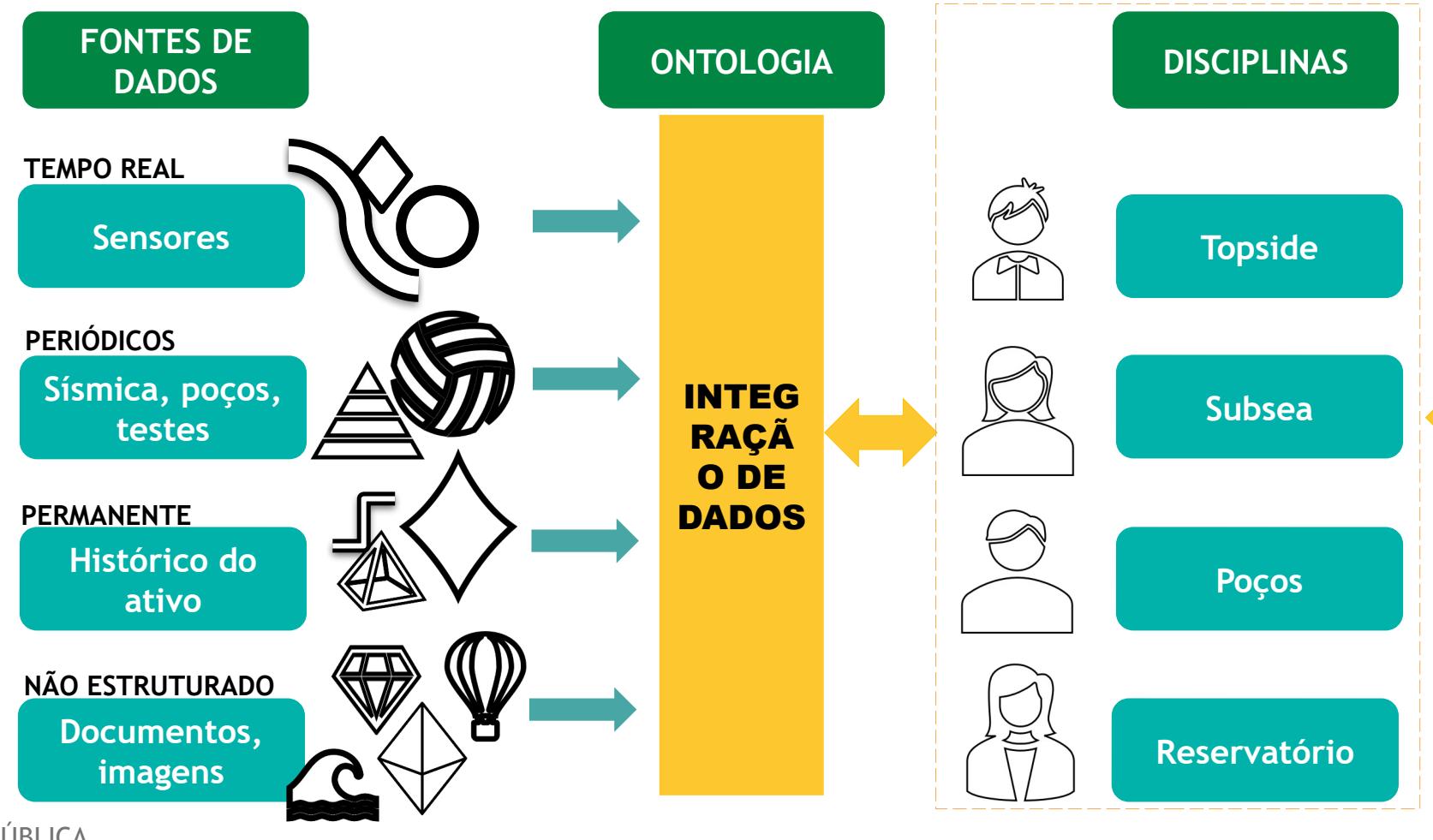
Subsea

Poços

Reservatório



ONTOLOGIA CONSTITUI CAMADA DE INTEGRAÇÃO



APLICAÇÃO: PROVA DE CONCEITO DE GÊMEO DIGITAL

Ontologias na criação de uma camada de integração de dados.

Aplicação: PROVA DE CONCEITO PETWIN - MONITORAÇÃO DA PRODUÇÃO

The screenshot shows a website header for 'Petwin' with navigation links for 'ABOUT US', 'WORKING GROUPS', 'RESOURCES', and 'CONTACT'. Below the header, a section titled 'Presentation at SPE Brasil DigiTalks 12' is displayed. A video player window for 'SPE Brasil DigiTalk 16' is embedded, showing the title 'TECNOLOGIAS SEMÂNTICAS: APLICAÇÕES DE PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (NLP) E ONTOLOGIAS NA GEOENGENHARIA', the date '27/03/2023 | 18:00H |', and a 'DO YOUTUBE SPE BRAZIL SECTION' button. Three speakers are shown with their names: Luciana Medani, Mara Abel, and Leonardo Mendoza.

<https://www.petwin.org/>

ONTOLOGIA: O3PO

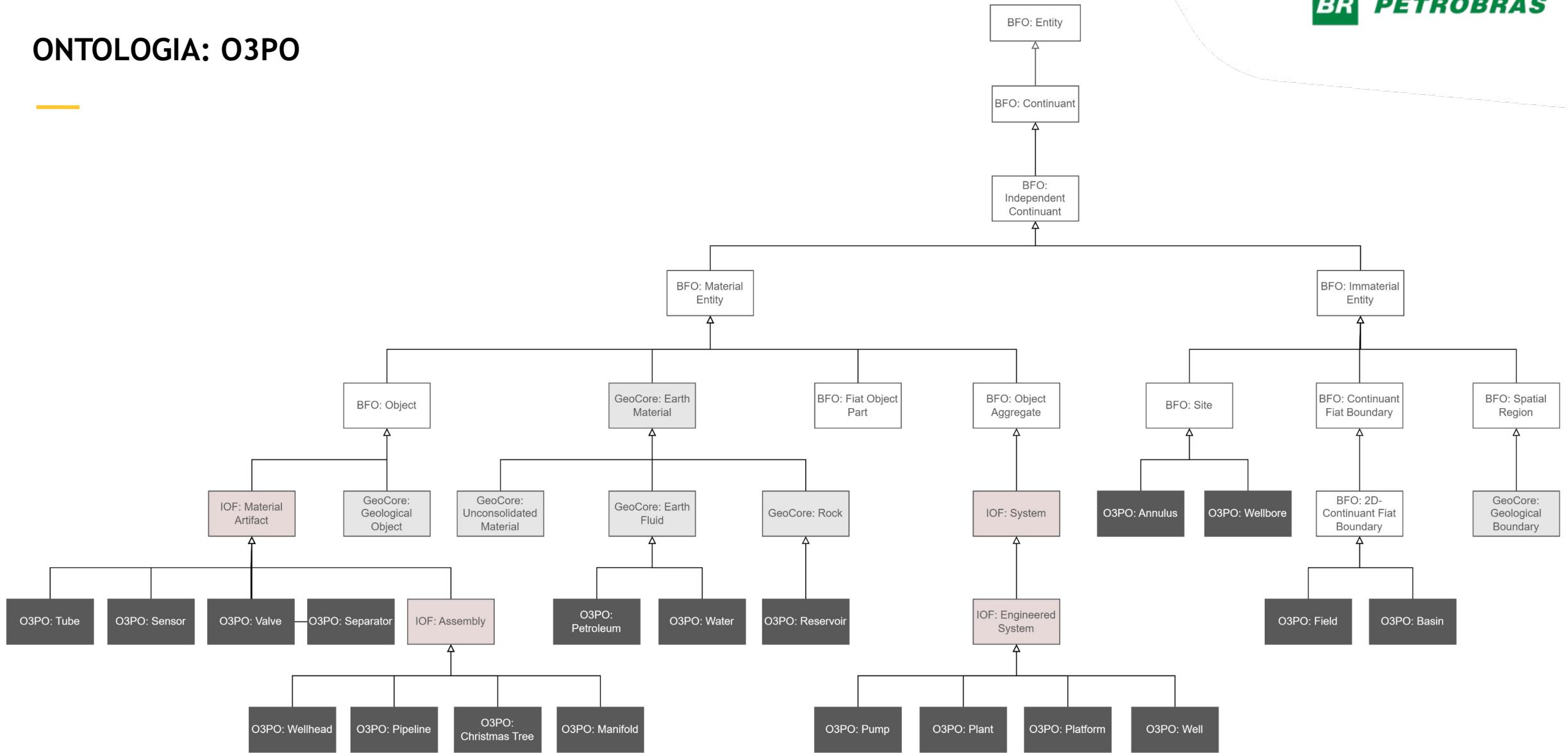
Domínio: Garantia de escoamento

Objetivo: Desenvolver um vocabulário de referência uniformizado composto por conceitos claramente definidos.

Metodologia para construção: Análise extensiva de padrões e modelos de dados disponíveis na indústria

Referência: SANTOS, Nicolau O. et al. O3PO: A domain ontology for offshore petroleum production plants. Expert Systems with Applications, v. 238, p. 122104, 2024.

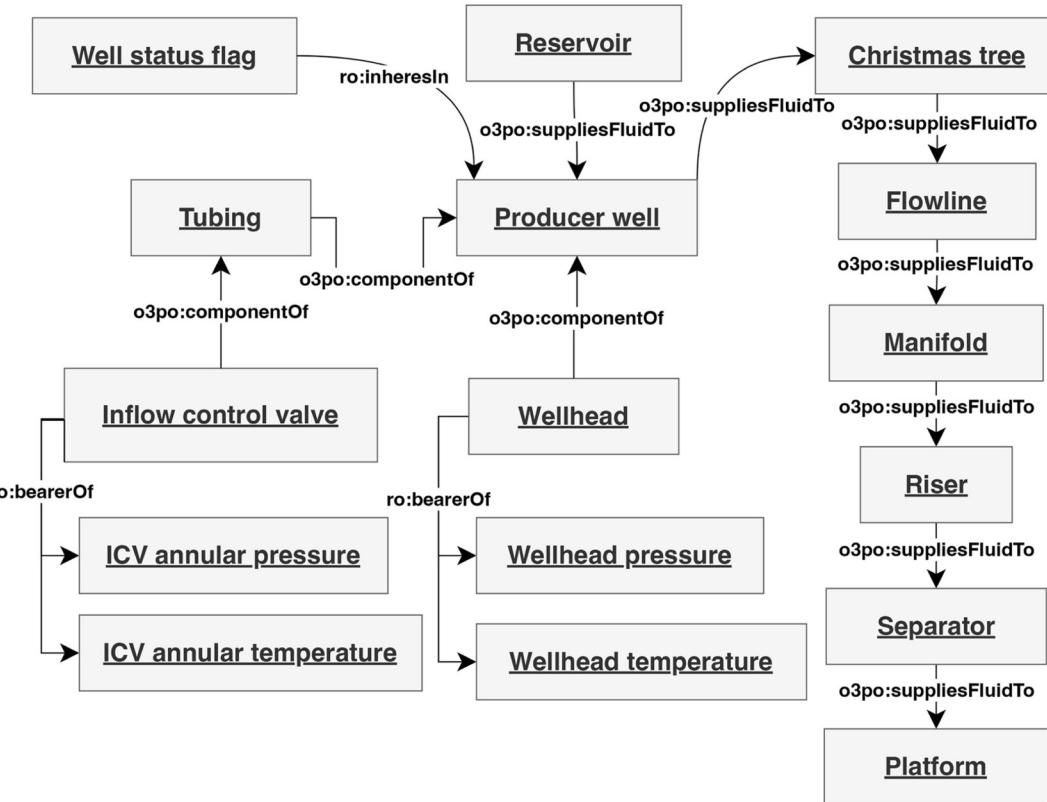
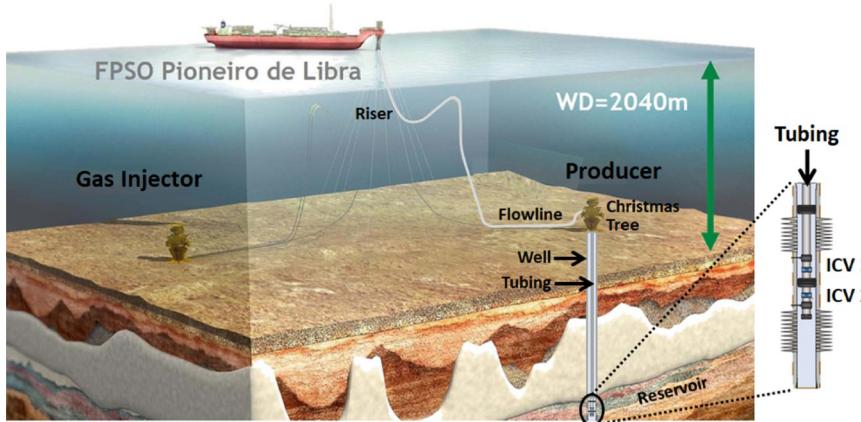
ONTOLOGIA: O3PO

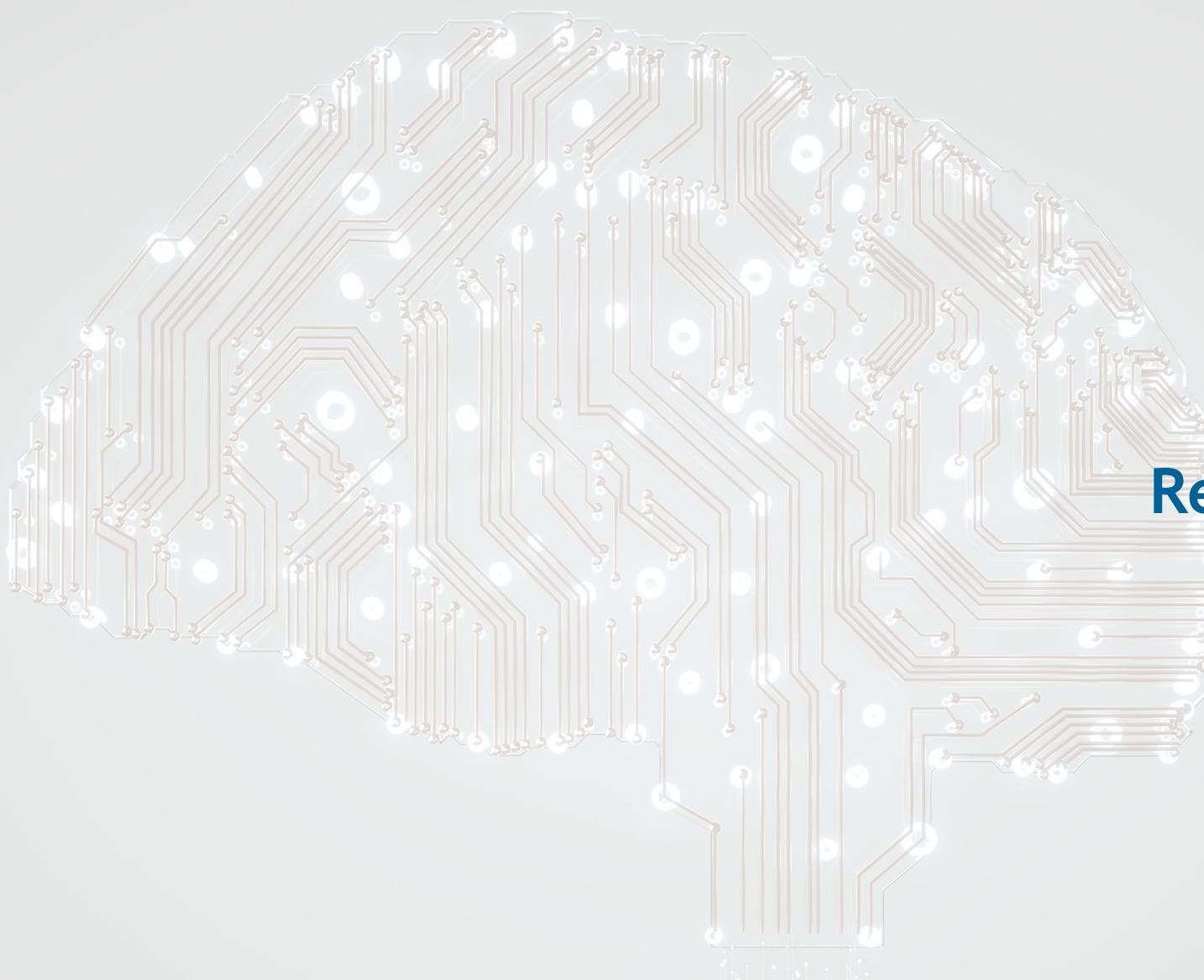


APLICAÇÃO: PROVA DE CONCEITO DE GÊMEO DIGITAL

Uniformização de tags de poços

Ferramenta para monitoração de produção



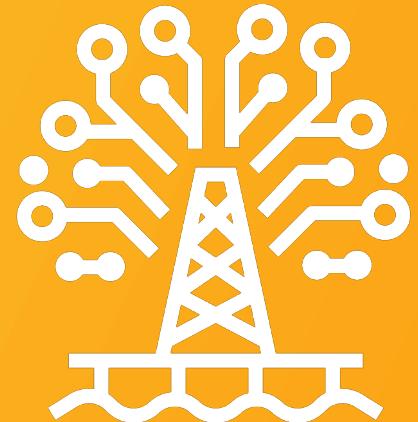


Recuperação da Informação

MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

Ontologias podem ter potencial para contornar problemas dos modelos de processamento em linguagem natural (*“a little semantics goes a long way”*):

- Desvendar as informações que influenciam tomada de decisões;
- Descobrir como de fato “falam” os especialistas;
- ...



ALGUNS DESAFIOS DA RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO

- Aplicação de ferramentas desenvolvidas em domínio geral para o domínio específico (Google, ChatGPT);
- Descompasso entre estado-da-arte das empresas de tecnologia e a realidade industrial.

PROBLEMAS ENDEREÇADOS POR ONTOLOGIAS

Aplicações experimentais de ontologias em tarefas de aprendizado de máquina.

Aplicação: FERRAMENTA DE BUSCA DE DOCUMENTOS GEOCIENTÍFICOS





ONTOLOGIA: PETROGRAPH ONTOLOGY

Domínio: Geociências para o domínio de Óleo & Gás

Objetivo: Servir de base para a construção de um gráfico composto por entidades de domínio e suas relações extraídas de documentos geocientíficos.

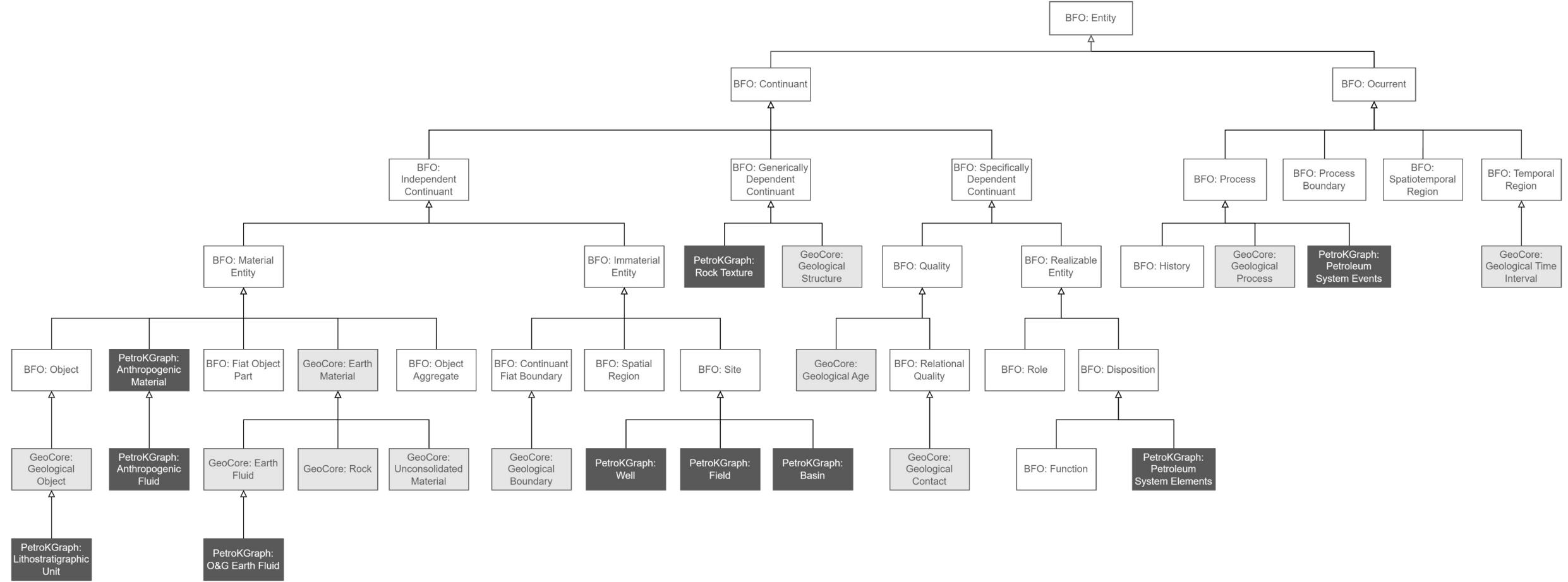
Metodologia para construção: Priorização de entidades oriundas de banco de dados por parte de especialistas do domínio

Referências: CORDEIRO, Fábio Corrêa et al. Petro Kgraph

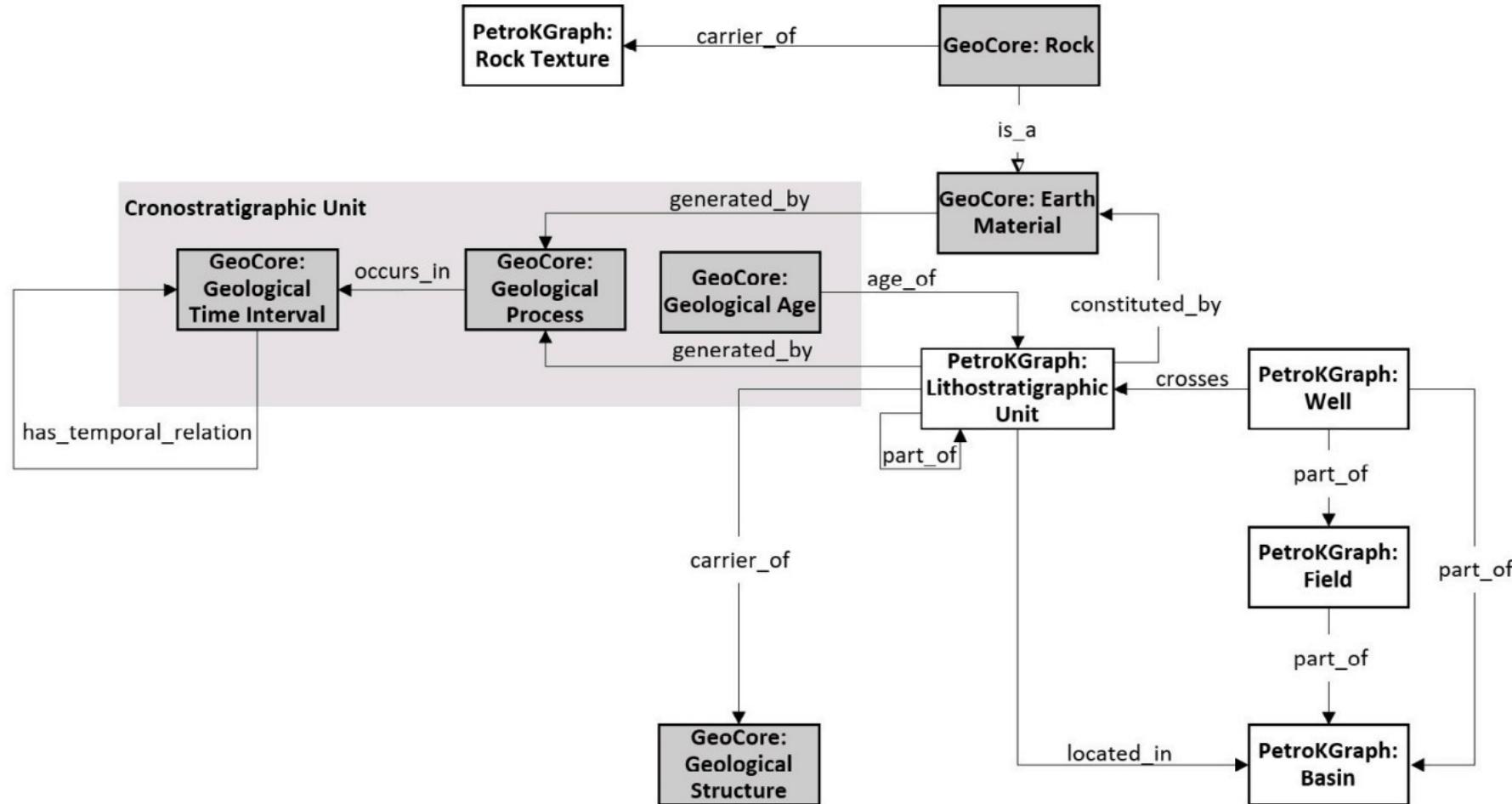
: A Methodology for Extracting Knowledge Graph from Technical Documents-an Application in the Oil and Gas Industry. Available at SSRN 4776804.

CORDEIRO, Fábio Corrêa et al. Petro NLP: Resources for natural language processing and information extraction for the oil and gas industry. Computers & Geosciences, p. 105714, 2024.

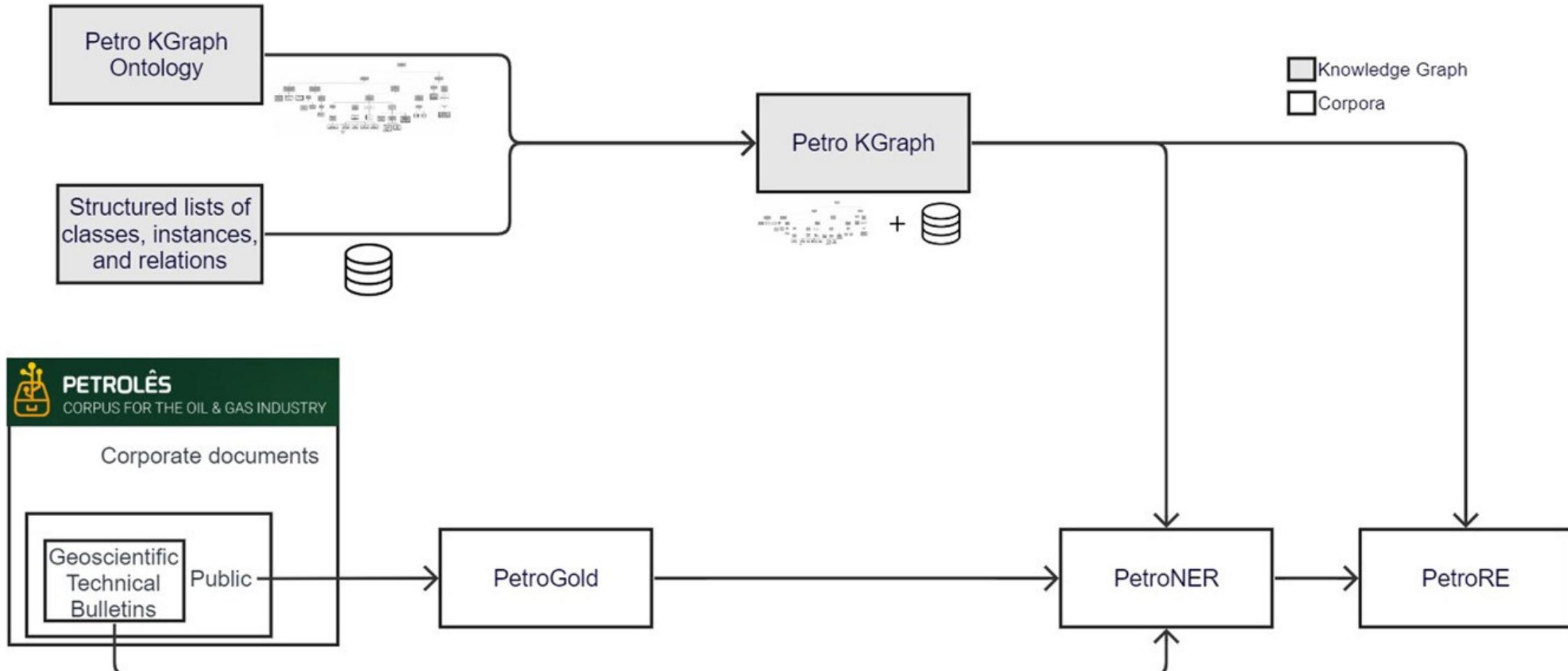
ONTOLOGIA: PETROGRAPH ONTOLOGY



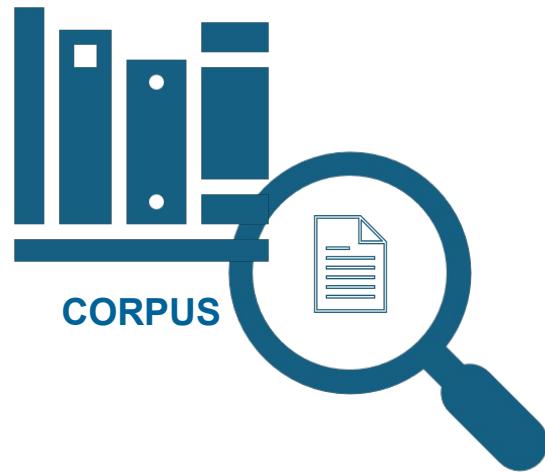
ONTOLOGIA: PETROKGRAPH ONTOLOGY



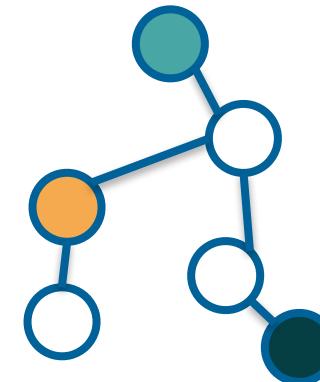
PetroNLP



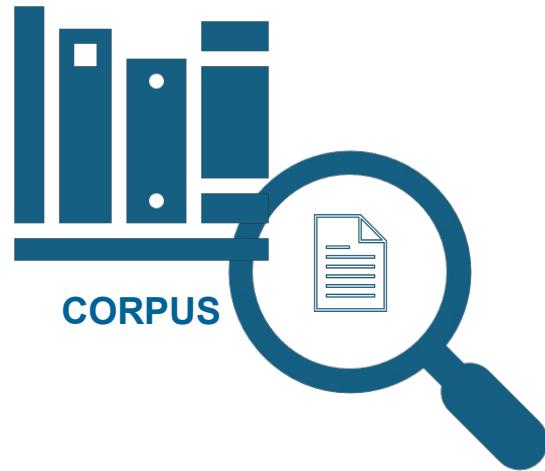
PetroNLP



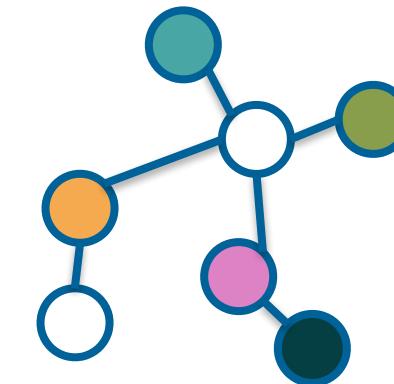
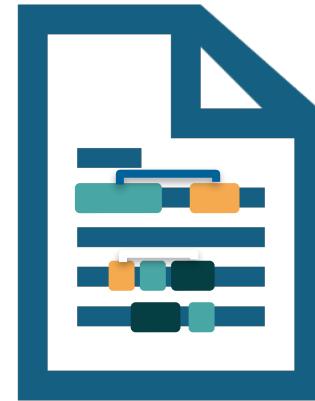
NAMED ENTITIES



PETROGRAPH



NAMED ENTITIES

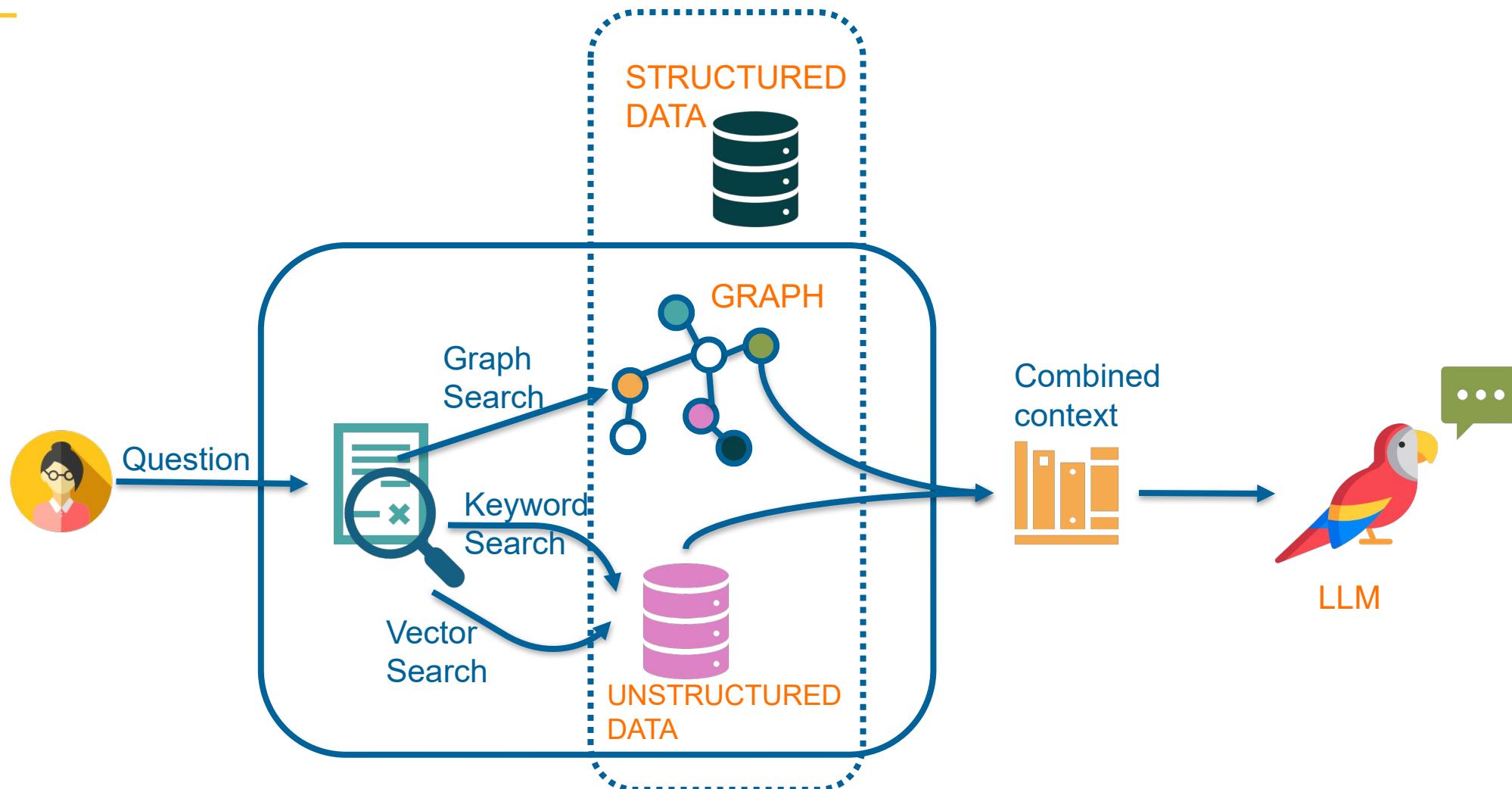


PETROGRAPH

NEW INSTANCES



Enhancing RAG-Based Applications



Design de base de dados

Problema: conceitos mal definidos ou de difícil definição.
Aplicação: painel



Interoperabilidade

Problema: escala e complexidade dos dados
Aplicação: prova de conceito de gêmeo digital



Recuperação da Informação

Problema: identificar “como os especialistas falam”
Aplicação : filtros em ambiente de busca “tipo Google”



Ontologias: aplicações

Casos reais de aplicações baseadas em ontologias na indústria de Óleo & Gás

Patricia Ferreira da Silva
GO FAIR Agro - 15/05/2025

PÚBLICA



Micro-CV

CENPES - CENTRO DE PESQUISAS LEOPOLDO AMÉRICO MIGUEZ DE MELLO



- 2012 Engenheira de Reservatórios
- 2017 Suporte a decisões orientadas por dados
- 2020 “Transformação Digital” - Papel do vocabulário de domínio em sistemas de Recuperação da informação
- 2022 Mestrado: *ResRiskOnto: an application ontology for risks in the petroleum reservoir domain*



COMUNIDADE DE INTERESSE EM ONTOLOGIAS

Guylerme Velasco de Souza Figueiredo
Marcelo Jaccoud Amaral
Ismael Humberto Ferreira dos Santos
Ana Cristina Florentino Ferreira
Dean Pereira de Melo
Stephan Ribeiro Perrout
Pedro Henrique Thompson Furtado



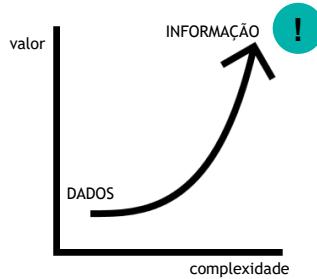
PÚBLICA

Motivação

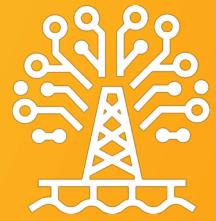
BR PETROBRAS

DADOS NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE ÓLEO E GÁS

- Grande volume de dados
- Oriundos de diferentes fornecedores
- Sintaxe variável (formato, protocolo)
- POTENCIAL DE GERAÇÃO DE INFORMAÇÃO



SHANNON, Claude Elwood. *A mathematical theory of communication*. The Bell system technical journal, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.
PÚBLICA



Motivação

VALOR DA INFORMAÇÃO



<https://chat.petrobras.com.br>

Olá, Patricia! BR PETROBRAS

ChatPetrobras

Nova Conversa

Pesquisar conversas...

Hoje

Este mês

Abri/2025

Março/2025

Fevereiro/2025

Janeiro/2025

Dezembro/2024

Novembro/2024

Outubro/2024

Setembro/2024

Agosto/2024

Julho/2024

Junho/2024

Avalie as novidades!

Modelo: GPT-4o Mini

Base/Contexto: Dados Públicos

14/05/2025, 14:21:56

Patricia

Qual a diferença entre dados e informações?

Dados são elementos brutos, sem contexto ou interpretação, que podem ser números, textos, imagens, etc. Eles representam fatos ou observações isoladas. Por exemplo, a temperatura de uma cidade em um determinado dia é um dado.

Informações, por outro lado, são dados que foram processados, organizados e interpretados de maneira a terem significado e contexto. Quando você analisa os dados sobre a temperatura ao longo do tempo e entende que isso influencia o clima da cidade, você está lidando com informações.

Em resumo, dados são a matéria-prima, enquanto informações são o produto final que resulta da análise e interpretação desses dados.

Envie uma mensagem... 0 / 128000

O ChatPetrobras pode apresentar informações imprecisas e conteúdo que não reflete as opiniões da Petrobras. Considere verificar informações importantes. Saiba mais

Reportar erros • Instruções de uso e FAQ • Termos de uso • v. 2025.03.31a

PÚBLICA

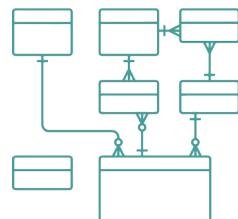




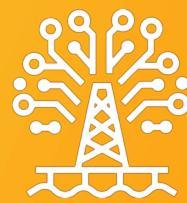
MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

Ontologias endereçam necessidades-chave no projeto de uma base de dados:

- Identificação das entidades do domínio (ex.: poço);
- Esclarecimento e desambiguação de conceitos;
- Formalizar definições das entidades;
- Estabelecer relações entre as entidades;
- ...

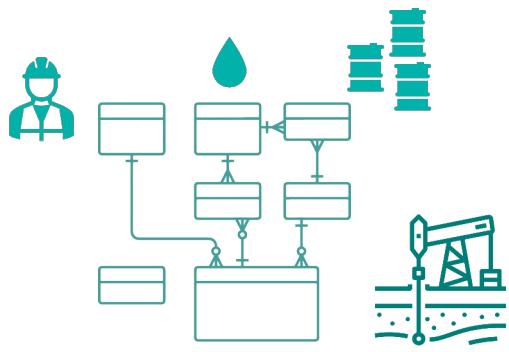


PÚBLICA



ALGUNS DESAFIOS NO DESIGN DE BASE DE DADOS

- Bases de dados pré-existentes;
- Principais entidades do domínio são conhecidas / modeladas!



PÚBLICA

PROBLEMAS ENDEREÇADOS POR ONTOLOGIAS

Ontologias esclarecem domínios mal definidos!

- Definição de domínios de suporte ao negócio, como *legal*, *gestão*, *riscos*, etc;
- Casos em que os conceitos são de difícil definição

Aplicação: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO



PÚBLICA

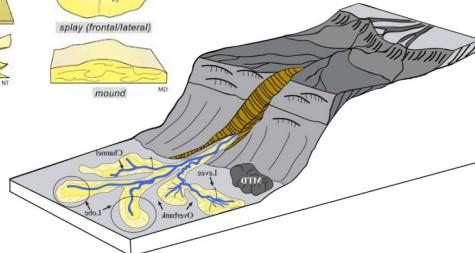
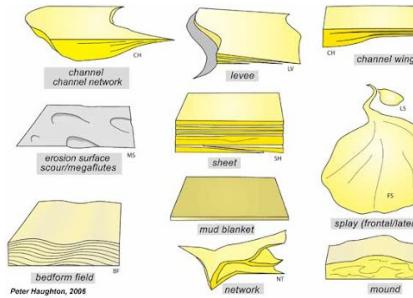


<https://youtu.be/95RggPOyp2s?si=oB7wq6fQ9BM-B0GL>

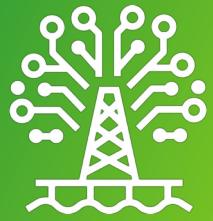
PÚBLICA

PROBLEMA DA PADRONIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Diferentes formas de organizar as informações dos *corpos geológicos*!



PÚBLICA



ONTOLOGIA: GEORESERVOIR

Domínio: Geologia

Objetivo: Descrever sistemas deposicionais em ambiente marinho profundo

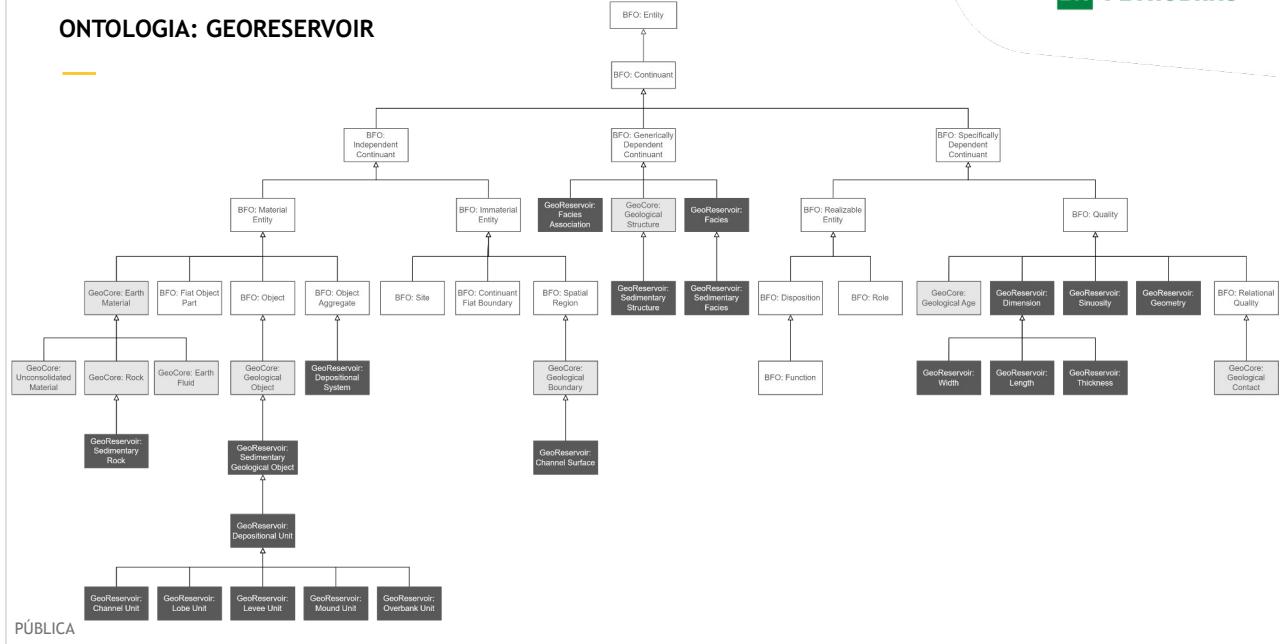
Metodologia para construção: Análise terminológica por especialistas do domínio familiarizados com os fundamentos da construção de ontologias

Referência: CICCONETO, Fernando et al. GeoReservoir: An ontology for deep-marine depositional system geometry description. Computers & Geosciences, v. 159, p. 105005, 2022.

Design de Base de Dados

BR PETROBRAS

ONTOLOGIA: GEORESERVOIR



PÚBLICA

Design de Base de Dados



APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO

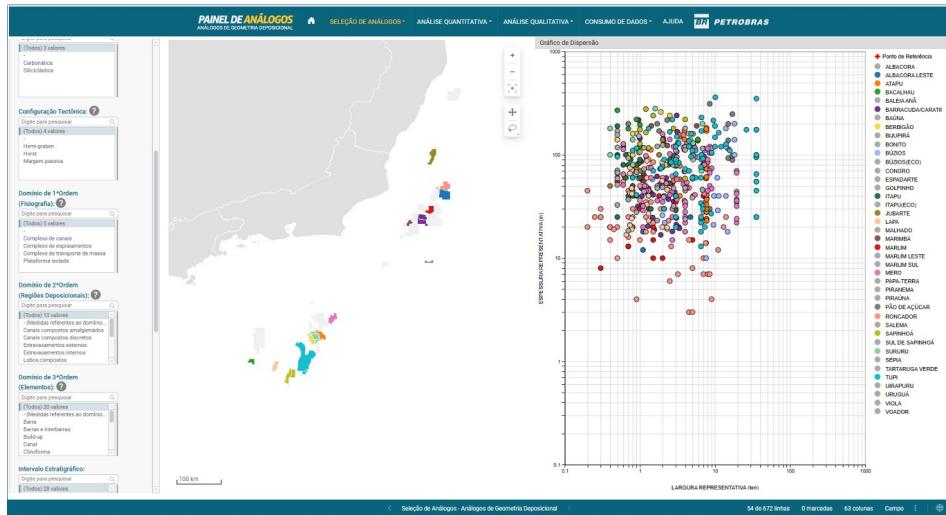
The screenshot shows the 'PAINEL DE ANÁLOGOS PETROBRAS' interface. At the top, there are two main sections: 'Análogos de Campo de Petróleo' (left) and 'Análogos de Afloramento' (right). The left section contains four icons: 'Seleção de Análogos' (with a magnifying glass over a wave), 'Análise Quantitativa' (with a bar chart and a checkmark), 'Análise Qualitativa' (with a wavy line and a checkmark), and 'Consumo de Dados' (with a cloud and a computer monitor). The right section contains a single icon labeled 'Acesso ao Sage' (with a 'Sage' logo). At the bottom, there is a navigation bar with links to 'Home', '1.221.371 de 1.829.792 Itens', '0 marcados', '139 colunas', 'Perfil Poco - Categórica', and a search icon.

PÚBLICA

Design de Base de Dados

BR PETROBRAS

APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO



PÚBLICA

Design de Base de Dados



APLICAÇÃO: PAINEL DE ANÁLOGOS DE RESERVATÓRIO

Valor

ASSINE

O aprendizado de máquina usa algoritmos matemáticos para ensinar uma máquina a desempenhar uma tarefa e a buscar novas soluções. No caso da **Petrobras**, por exemplo, essa tecnologia está presente em todos os segmentos de negócio da companhia, com diferentes níveis de maturidade.

Na área de exploração e produção, a estatal desenvolveu um painel de análogo de reservatórios. A ferramenta viabiliza a escolha automática de zonas de produção, por meio de informações obtidas em reservatórios semelhantes. De acordo com a companhia, processos que antes levavam até um mês para serem concluídos passaram a ser finalizados em poucos dias.

<https://valor.globo.com/google/amp/empresas/noticia/2023/02/25/inteligencia-artificial-e-realidade-na-industria-de-petroleo.ghtml>

PÚBLICA

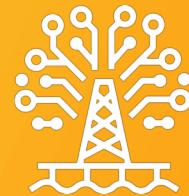


Interoperabilidade

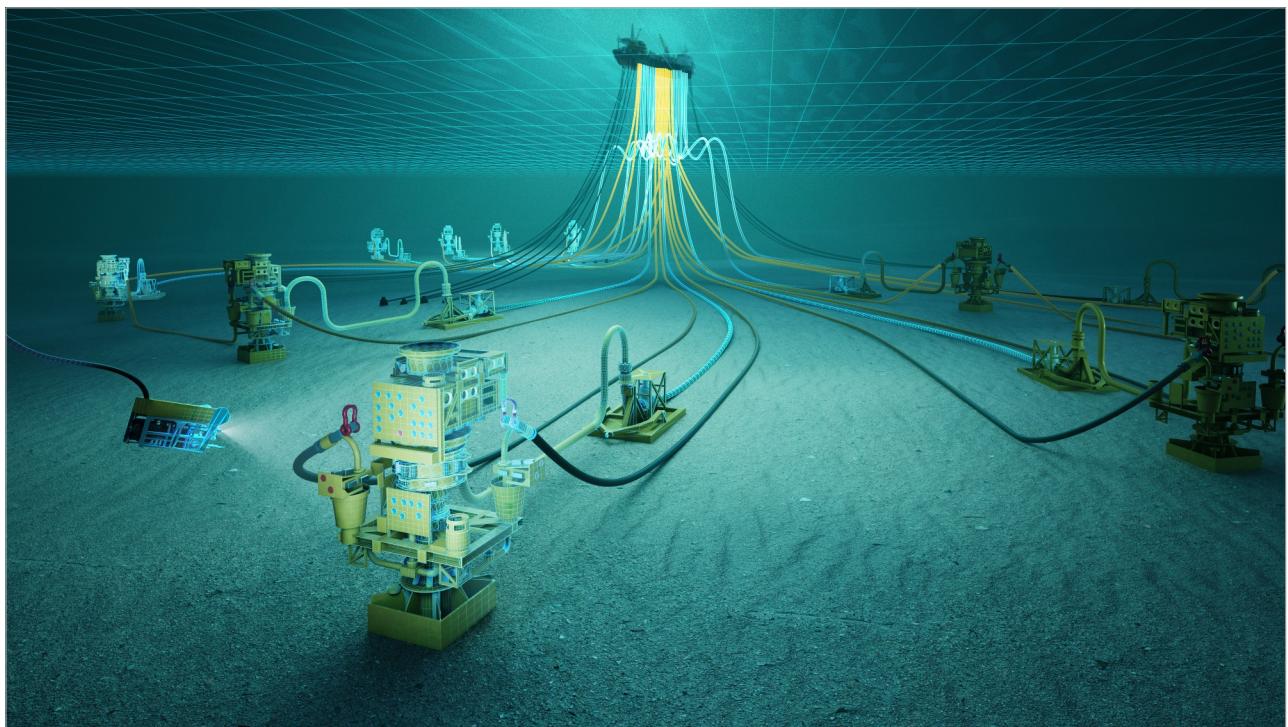
MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

Ontologias dependem do consenso compartilhado acerca do entendimento do domínio

- Identificação dos conceitos que “ancoram” significado entre diferentes disciplinas e times;
- Mapeamento da cadeia de ações ao longo das disciplinas;
- Modelagem de conceitos e comportamentos...



PÚBLICA



Interoperabilidade



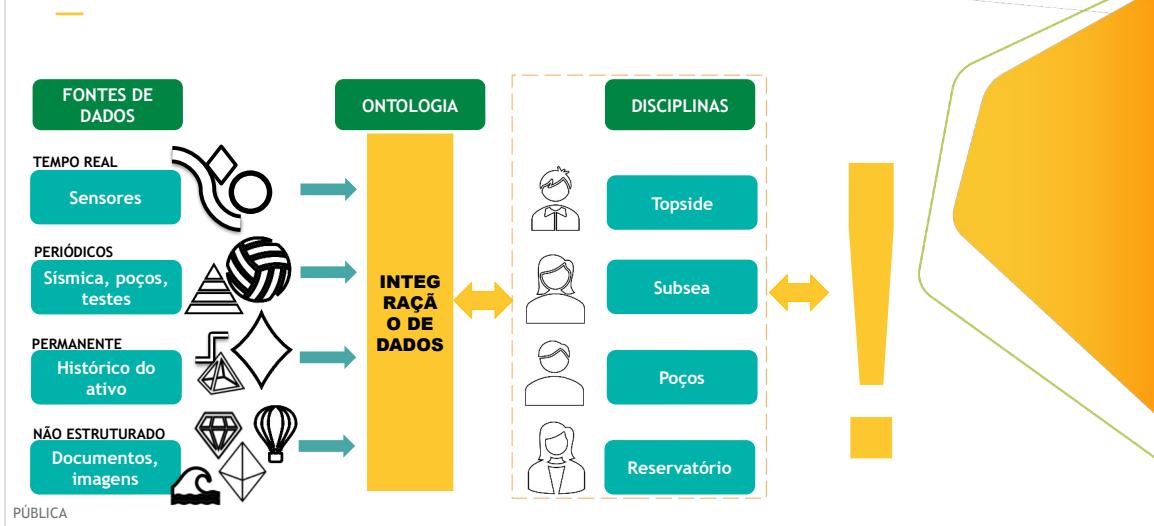
PROBLEMA DA COMUNICAÇÃO ENTRE SISTEMAS, FERRAMENTAS E PESSOAS



Interoperabilidade

BR PETROBRAS

ONTOLOGIA CONSTITUI CAMADA DE INTEGRAÇÃO



Interoperabilidade



APLICAÇÃO: PROVA DE CONCEITO DE GÊMEO DIGITAL

Ontologias na criação de uma camada de integração de dados.

Aplicação: PROVA DE CONCEITO PETWIN - MONITORAÇÃO DA PRODUÇÃO

A screenshot of a presentation slide from SPE Brasil DigiTalks 12. The slide has a purple header with white text. It features the SPE Brasil logo, the title 'TECNOLOGIAS SEMÂNTICAS: APLICAÇÕES DE PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (NLP) E ONTOLOGIAS NA GEOENGENHARIA', and the date '27/03/2023 | 18:00H'. Below the title are three speaker portraits with their names: Luciana Medani, Mara Abel, and Leonardo Mendoza. At the bottom right is a red YouTube play button icon with the text 'DO YOUTUBE SPE BRAZIL SECTION'. The top of the slide shows a navigation bar with links to 'ABOUT US', 'WORKING GROUPS', 'RESOURCES', and 'CONTACT'.

<https://www.petwin.org/>

PÚBLICA

ONTOLOGIA: O3PO

Domínio: Garantia de escoamento

Objetivo: Desenvolver um vocabulário de referência uniformizado composto por conceitos claramente definidos.

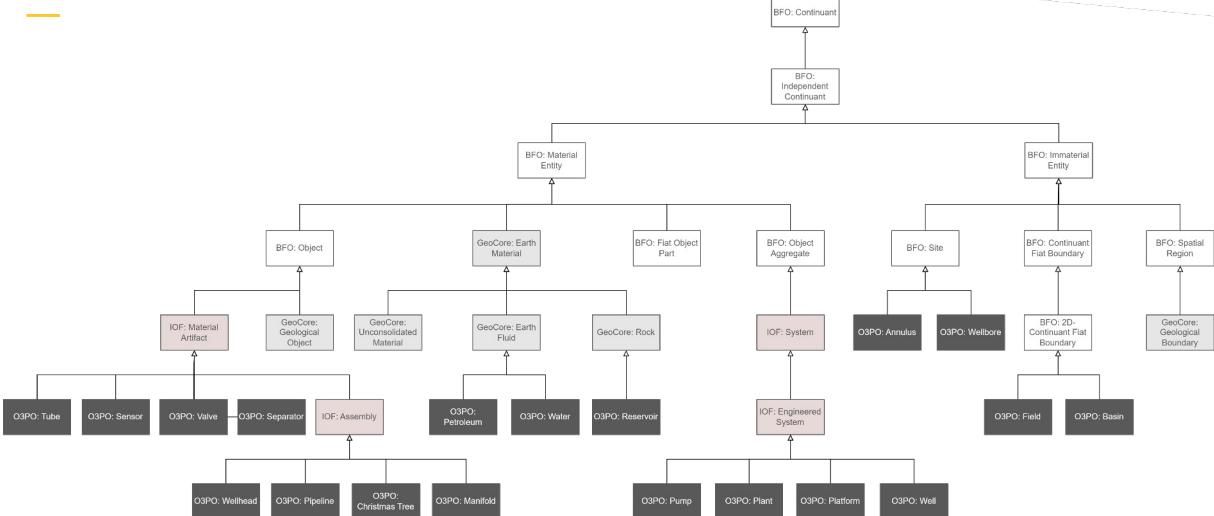
Metodologia para construção: Análise extensiva de padrões e modelos de dados disponíveis na indústria

Referência: SANTOS, Nicolau O. et al. O3PO: A domain ontology for offshore petroleum production plants. Expert Systems with Applications, v. 238, p. 122104, 2024.

Interoperabilidade



ONTOLOGIA: O3PO

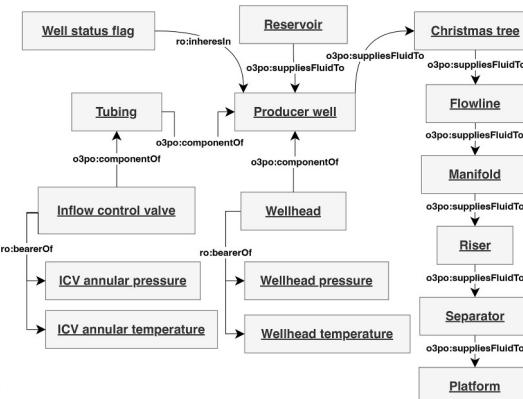
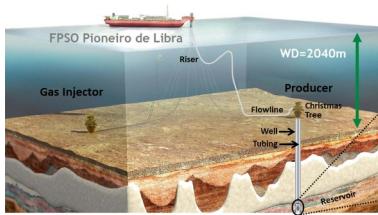


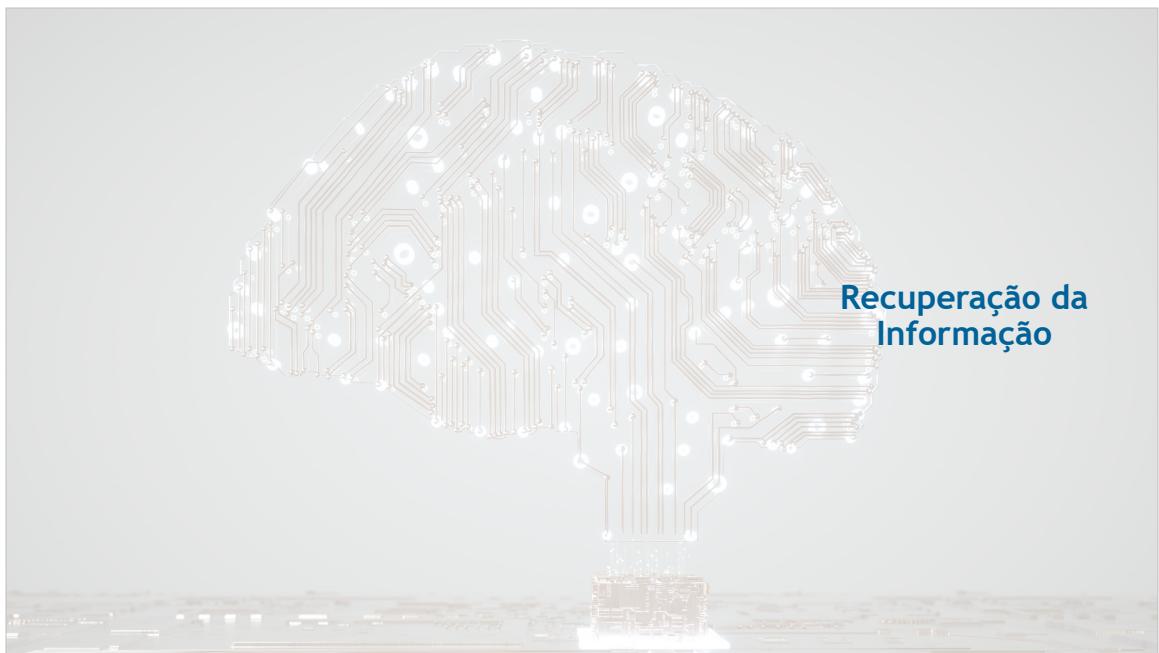
PÚBLICA

APLICAÇÃO: PROVA DE CONCEITO DE GÊMEO DIGITAL

Uniformização de tags de poços

Ferramenta para monitoração de produção



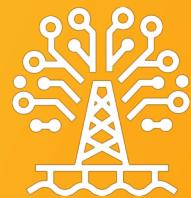


**Recuperação da
Informação**

MOTIVAÇÃO PARA O USO DE ONTOLOGIAS

Ontologias podem ter potencial para contornar problemas dos modelos de processamento em linguagem natural (“*a little semantics goes a long way*”):

- Desvendar as informações que influenciam tomada de decisões;
- Descobrir como de fato “falam” os especialistas;
- ...



ALGUNS DESAFIOS DA RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO

- Aplicação de ferramentas desenvolvidas em domínio geral para o domínio específico (Google, ChatGPT);
- Descompasso entre estado-da-arte das empresas de tecnologia e a realidade industrial.

Design de Base de Dados



PROBLEMAS ENDEREÇADOS POR ONTOLOGIAS

Aplicações experimentais de ontologias em tarefas de aprendizado de máquina.

Aplicação: **FERRAMENTA DE BUSCA DE DOCUMENTOS GEOCIENTÍFICOS**



PÚBLICA



- Montanha de artigos científicos

- Se imprimir a primeira página de cada paper indexado no Web of Science seria do tamanho do monte Kilimanjaro
- Essa figura mostra apenas aqueles com mais de 1.000 citações.
- Ou seja, literalmente estamos deixando de ler quilômetros de documentos

ONTOLOGIA: PETROKGRAPH ONTOLOGY

Domínio: Geociências para o domínio de Óleo & Gás

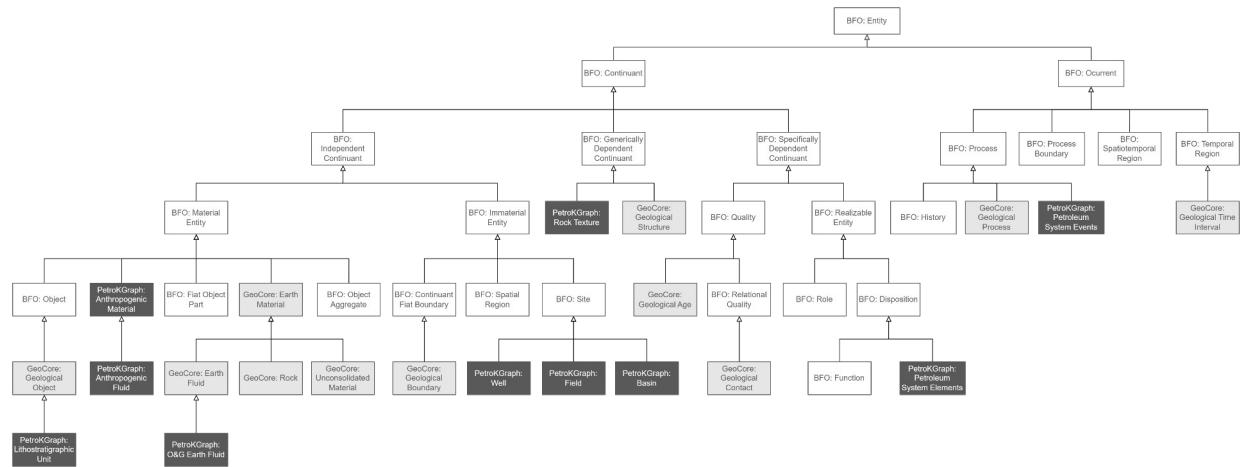
Objetivo: Servir de base para a construção de um gráfico composto por entidades de domínio e suas relações extraídas de documentos geocientíficos.

Metodologia para construção: Priorização de entidades oriundas de banco de dados por parte de especialistas do domínio

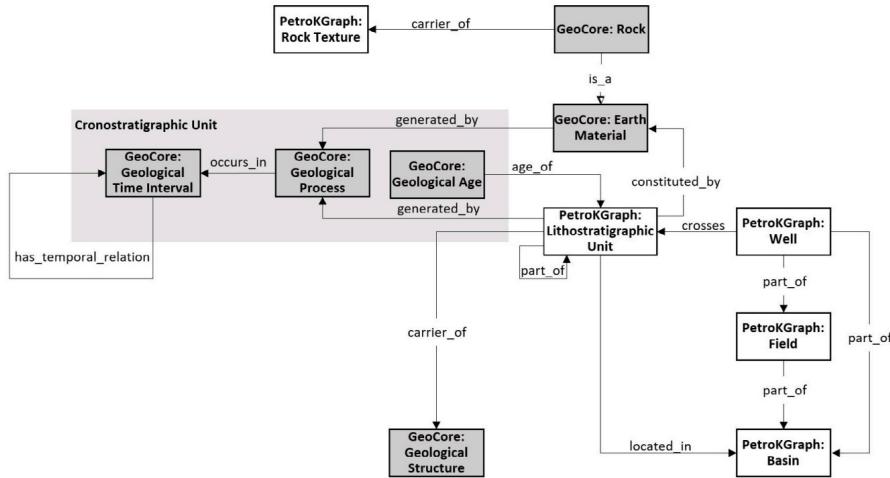
Referências: CORDEIRO, Fábio Corrêa et al. Petro Kgraph : A Methodology for Extracting Knowledge Graph from Technical Documents-an Application in the Oil and Gas Industry. Available at SSRN 4776804.

CORDEIRO, Fábio Corrêa et al. Petro NLP: Resources for natural language processing and information extraction for the oil and gas industry. Computers & Geosciences, p. 105714, 2024.

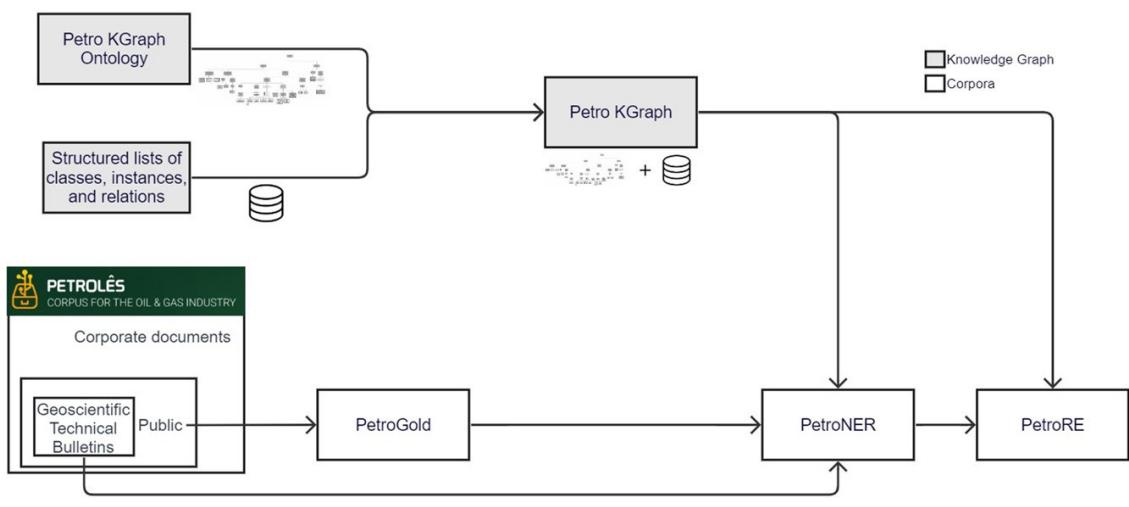
ONTOLOGIA: PETROGRAPH ONTOLOGY



ONTOLOGIA: PETROKGRAPH ONTOLOGY

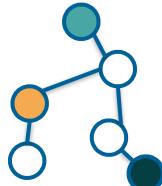
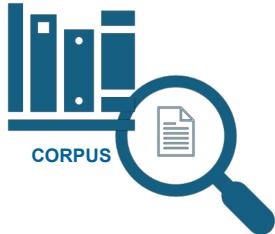


PetroNLP



PetroNLP

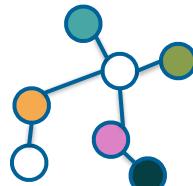
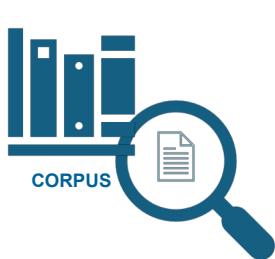
NAMED ENTITIES



PÚBLICA

PetroNLP

NAMED ENTITIES

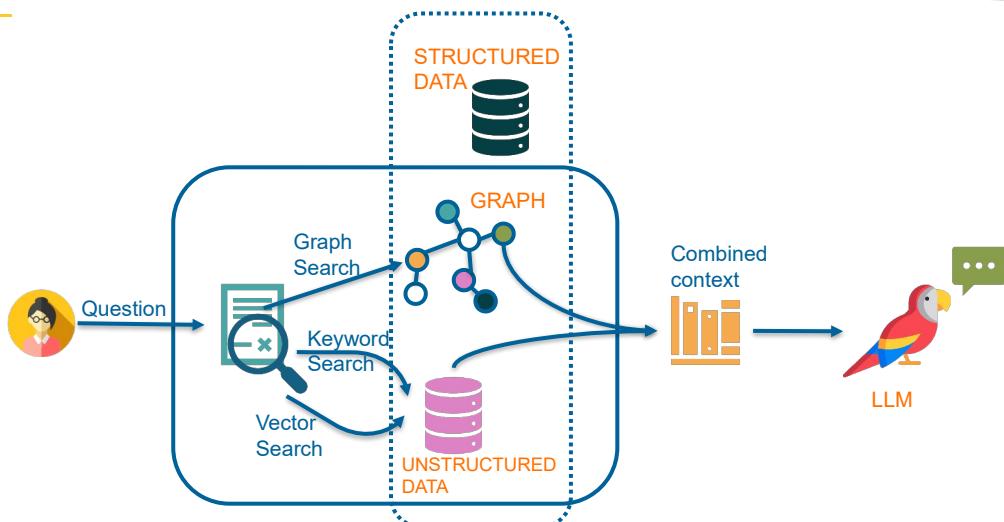


NEW INSTANCES



PÚBLICA

Enhancing RAG-Based Applications



Design de base de dados

Problema: conceitos mal definidos ou de difícil definição.

Aplicação: painel



Interoperabilidade

Problema: escala e complexidade dos dados
Aplicação: prova de conceito de gêmeo digital



Recuperação da Informação

Problema: identificar “como os especialistas falam”
Aplicação : filtros em ambiente de busca “tipo Google”

