

Classificação automática de tumores cancerosos

usando anotações em imagens e ontologias

Dezembro, 2016

Aluno: Edson F. Luque Mamani,
Orientador: Dilvan de Abreu Moreira
{edluquem,dilvan}@icmc.usp.br,

Carlos, Brazil



Roteiro

- ❑ **Introdução**
 - **Cenário motivador**
 - **Objetivos**
- ❑ **Web Semântica**
 - **AIM**
 - **Ferramentas de Anotação(ePAD)**
- ❑ **TNM**
- ❑ **Metodologia**
- ❑ **Experimentos**
- ❑ **Conclusões**

Introdução

❑ Imagens Radiológicas

- Descoberta de evidencias relacionadas a doenças.
- Fonte de grande quantidade de informações (implícitas).
- Informação sem estrutura padronizada.
- Solução → ter conteúdo semântico a essa informação.

Introdução

❏ Modelos de Informação

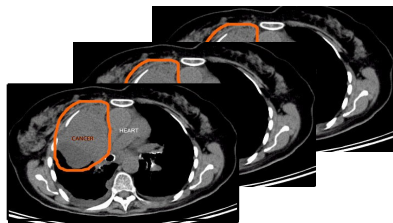
- AIM (Annotation and Image Markup Project) – NCI caBIG.
- Radlex Terminology.

Cenário motivador

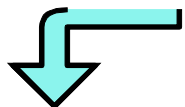
- ❑ Informações sobre o estágio de câncer são cruciais → avaliar o progresso do tratamento.
- ❑ Estágio de câncer
 - Descrição, localização, características e possível metástase de tumores cancerosos num paciente.
 - Padrão de classificação → **TNM**.

Fluxo de trabalho para avaliar o progresso individual de um paciente com câncer

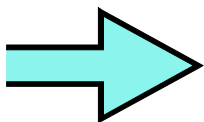
Computer Tomography Images



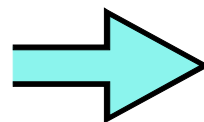
patient 1



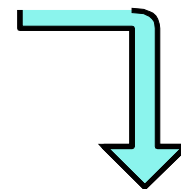
Radiologist



- 1.-Heterogeneous
- 2.-Perilesional vessels
- 3.-Absent rim
- 4.-Ovoid
- 5.-Circumscribed margin
- 6.-Solitary lesion

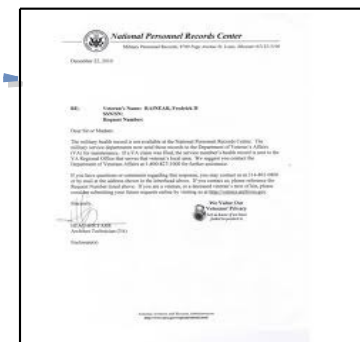


Oncologist



Diagnose:

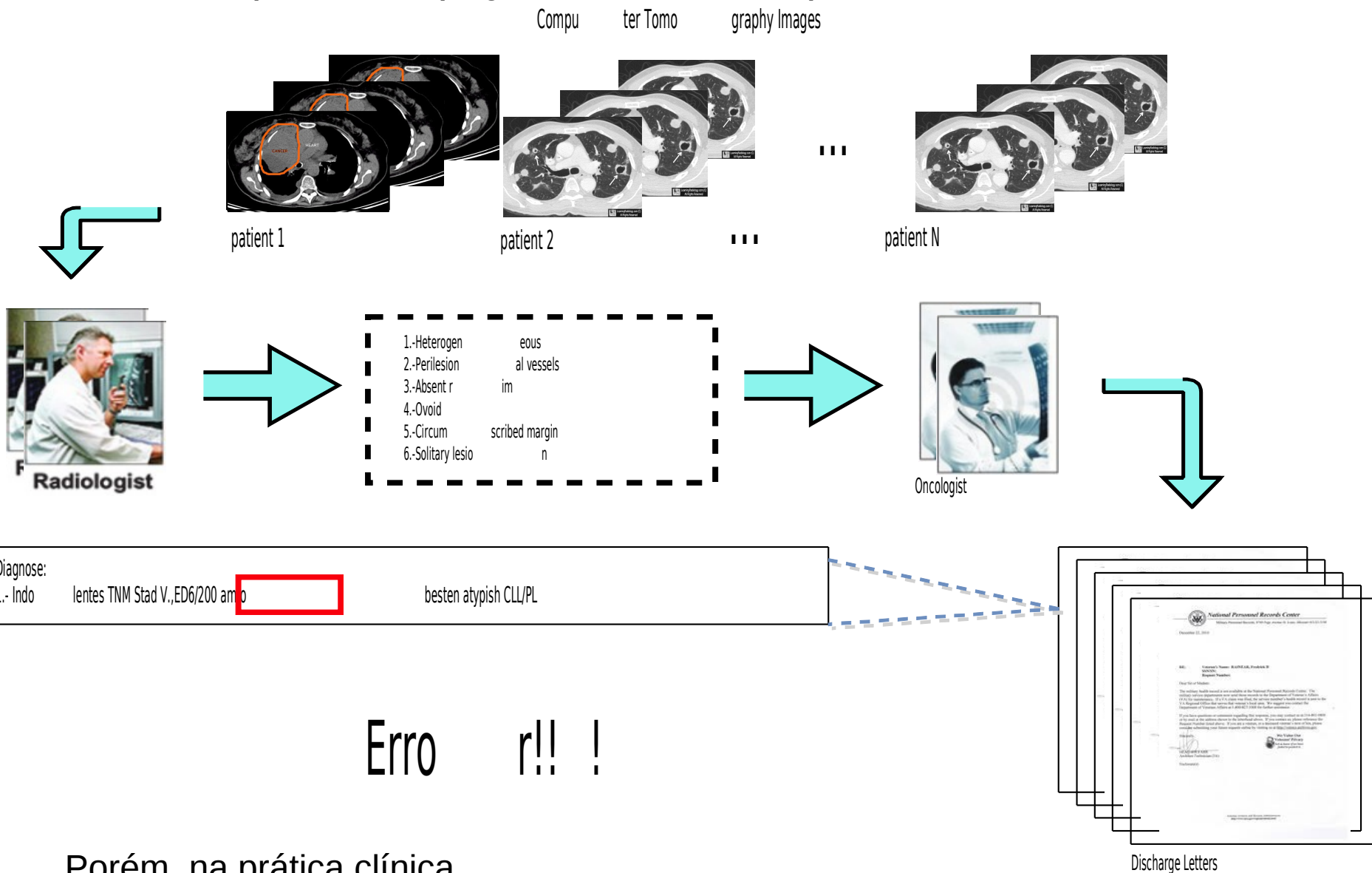
1.- Indolent TNM Stage IV, ED6/200 and lobular atypical CLL/PL



Discharge Letters



Fluxo de trabalho para avaliar o progresso individual de um paciente com câncer



Porém, na prática clínica . . .

Introdução

- ❏ Processo de Classificação de câncer
 - Trabalho intensivo.
 - Exige → Precisão na interpretação da lesão cancerosa.
 - Variações nas interpretações.

•

Introdução

□ Anotações sobre imagens

- Ferramentas de Anotação (ePAD) → não adequadas para o raciocínio (reasoning).
- AIM formato para transferência e armazenamento de dados.
- **Não há métodos para reasoning semântico usando AIM.**

•

Objetivo

- ❑ Gerar automaticamente, utilizando tecnologias da web semântica, o Cancer Staging de lesões cancerosas a partir de anotações (padrão AIM) em imagens feitas por radiologistas.
A fim de fornecer aos médicos uma segunda opinião sobre o estágio de câncer em que um paciente se encontra.

•

Web Semântica

- ❑ Quantidade crescente de informações na Web.
- ❑ Objetivo:
 - Tornar o conteúdo da Web mais facilmente processável por máquinas com técnicas inteligentes (Knowledge Management).

Web Semântica

Ontologias

- Termos e relações explícitas para o compartilhamento de informações entre agentes (sistemas).
- Representação formal (RDF-S e OWL).

Web Semântica

OWL

- Linguagem do W3C para ontologias na Web:
 - Não é uma linguagem de programação.
 - Não é uma linguagem para conformidade sintática.
 - Não é um banco de dados!.
- Infelizmente → não suporta sentenças de implicação.

Web Semântica

□ SWRL

- Linguagem de regras para Web Semântica.
- Novos conhecimentos → conhecimento em OWL.
- **Não impõe restrições!**
- Ponto de partida → integração de sistemas de regras com a Web Semântica

Regra SWRL `Pessoa(?x)^temLesion(?x, ?y)^
localizadoEm(?y, ?z)^figado(?z) → TemCancer(?
x)`

Para a execução de regras → **Reasoners**

Web Semântica



❑ RadLex

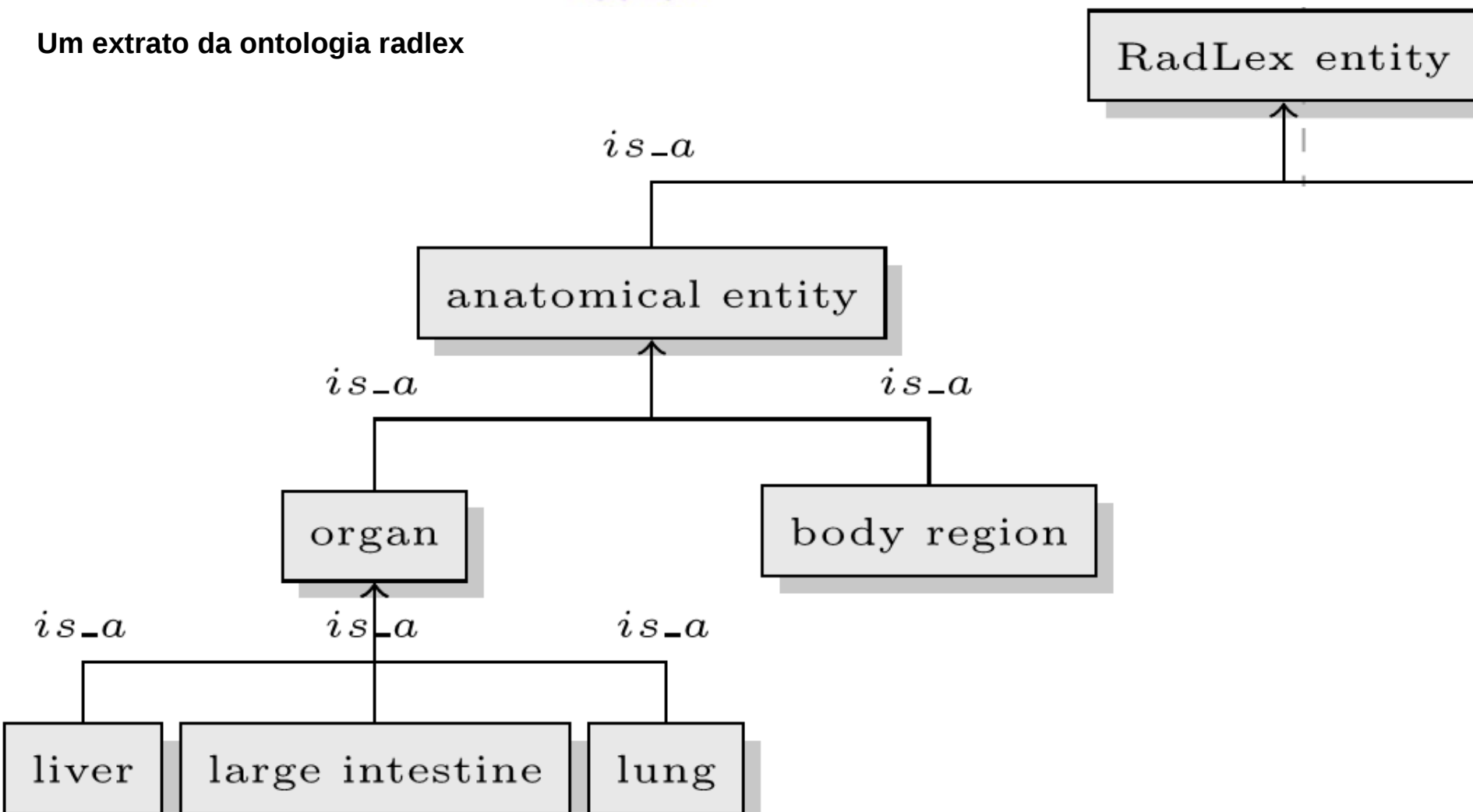
- Criado pela Radiological Society of North America (RSNA).
- Termos utilizados em Radiologia.
- Único e completo.
- Usado no modelo AIM.

❑ Exemplos de termos:

- “heterogeneous”, “hypodense”, “mass”, “enhancing”, “right lobe”, “liver”.
- "heterogeneous hypodense mass enhancing in right lobe of the liver".



Um extrato da ontologia radlex



Web Semântica

Annotation and Image Markup Project (AIM)

- Infra-estrutura de apoio → criação de coleções de anotações médicas.
- Anotações: Objeto de informação da imagem.
 - não estão ligadas fisicamente as mesmas.

Web Semântica

❑ *Annotation and Image Markup Project (AIM)*

- AIM Schema → Classes UML (disponível online).
- Permite a mineração de dados semânticos: **não cria nenhuma nova ontologia.**
- O modelo passou por 47 iterações com SMEs e três revisões públicas.

Anotações AIM em uma imagem

DICOM: 1.2.814.234543.23243



**Image
Markup**

**Controlled
Terminology**

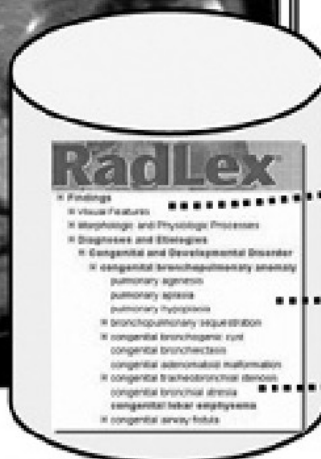


Image = [DICOM: 1.2.814.234543.23243]

Region Of Interest = Line [(x1,y1),(x2,y2)]

Time Point = **Baseline Evaluation**

Lesion Name = "lesion2"

Anatomic Location = **Liver, Segment V/VIII**

Lesion Type = **Target Lesion**

Length = **4.1cm**

**Image
Annotation**

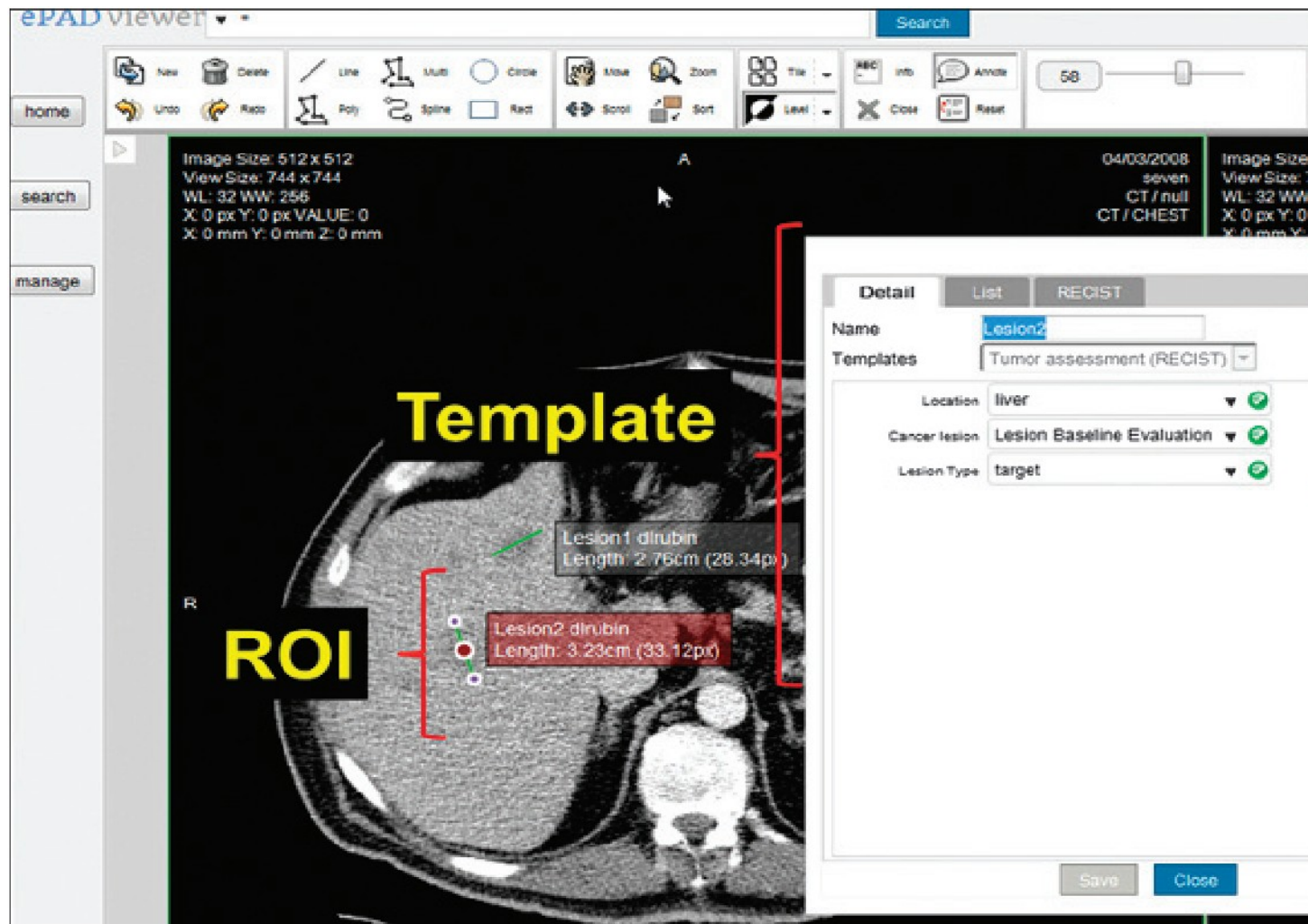
Web Semântica

❑ Ferramentas para Anotação (AIM)

	AIM XML annotation	Platform Desktop / Web	3D Markup
AIM <i>ClearCanvas Workstation</i>	yes	<i>Desktop</i>	No
OsiriX-iPad	yes	<i>Desktop</i>	No
3D <i>Slicer</i>	No	<i>Desktop</i>	yes
ePAD 1.0	yes	<i>Web</i>	No

ePAD

Desenvolvido pelo [Rubin Lab](#) da [Stanford University](#) e o [Intermídia-USP](#)



Values



AIM Annotations
linked to images



Estágio do Câncer (TNM Staging System)

- ❑ Categoriza a progressão de um câncer no corpo
- ❑ Determina o tratamento mais apropriado
- ❑ Usado para avaliar resultados de forma mais confiável

Estágio do Câncer (TNM Staging System)

❑ Padrão internacional

- **TNM** é um dos sistemas de *staging* de câncer mais amplamente utilizados.

❑ Baseado em:

- **T** → No tamanho/extensão do tumor primário.
- **N** → Quantidade de propagação para gânglios linfáticos próximos.
- **M** → Presença de metástase.

TNM Staging System

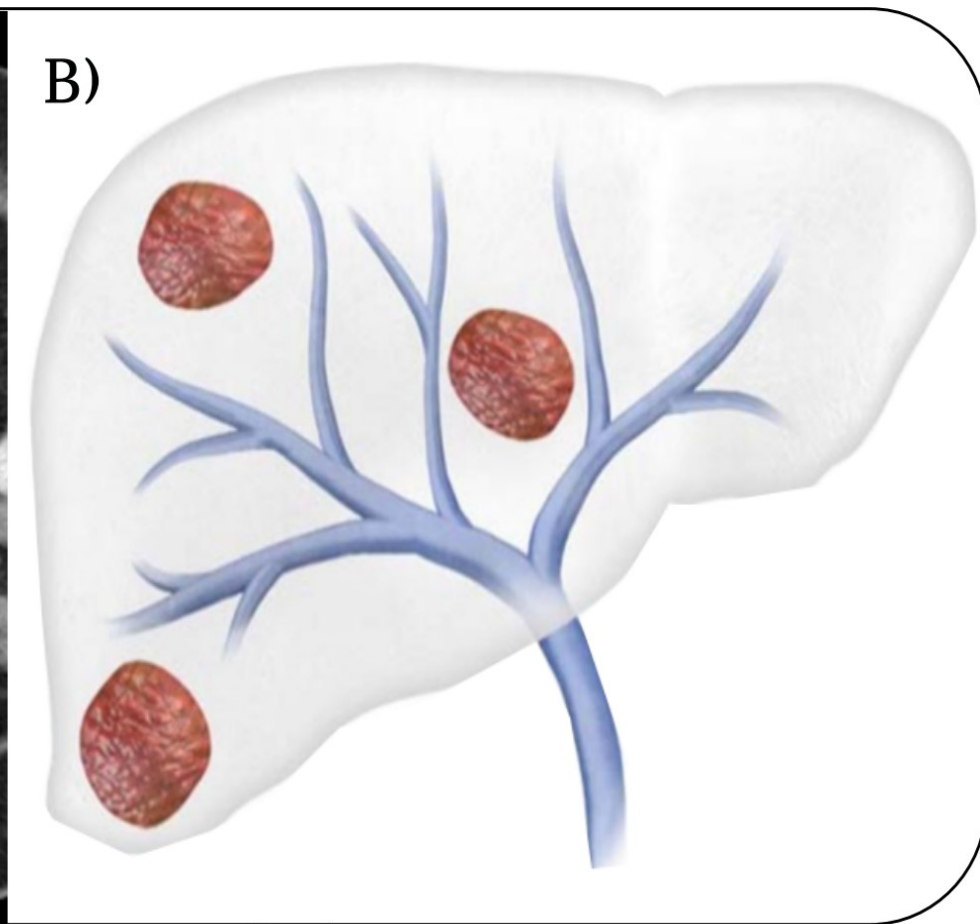
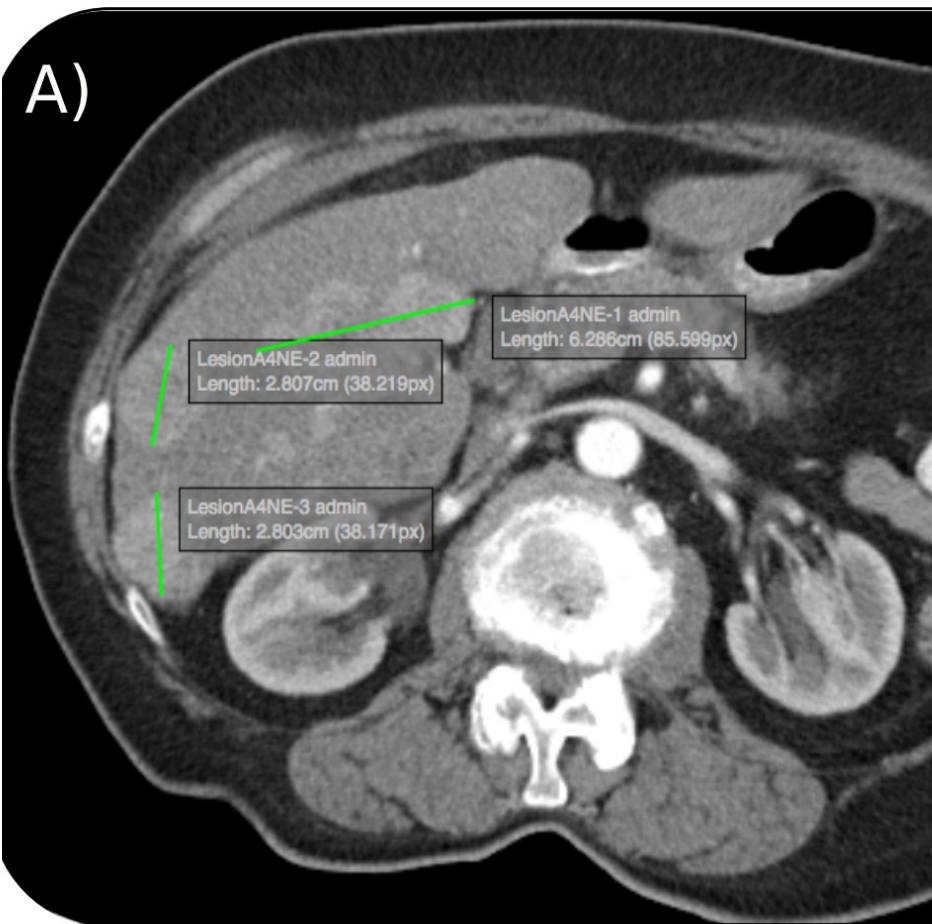
Critérios de T para câncer de fígado

T: Primary Tumor

- Tis** Primary Tumor cannot be assessed
- T0** No evidence of primary tumor
- T1** Solitary Tumor without vascular invasion
- T2** Solitary tumor with vascular invasion or multiple tumors, none > 5cm
- T3a** Multiple tumors > 5cm
- T3b** Single tumor or multiple tumors of any size involving a major branch of the portal or hepatic vein
- T4** Tumor(s) with direct invasion of adjacent organs others than gallbladder or with visceral peritoneum

Exemplo: Critério T3a

- A) Imagem com múltiplos tumores (Anotados utilizando o ePAD)
- B) Critério do T3a: múltiplos tumores com pelo menos um > 5 cm.



TNM Staging System

Critérios de N para câncer de fígado

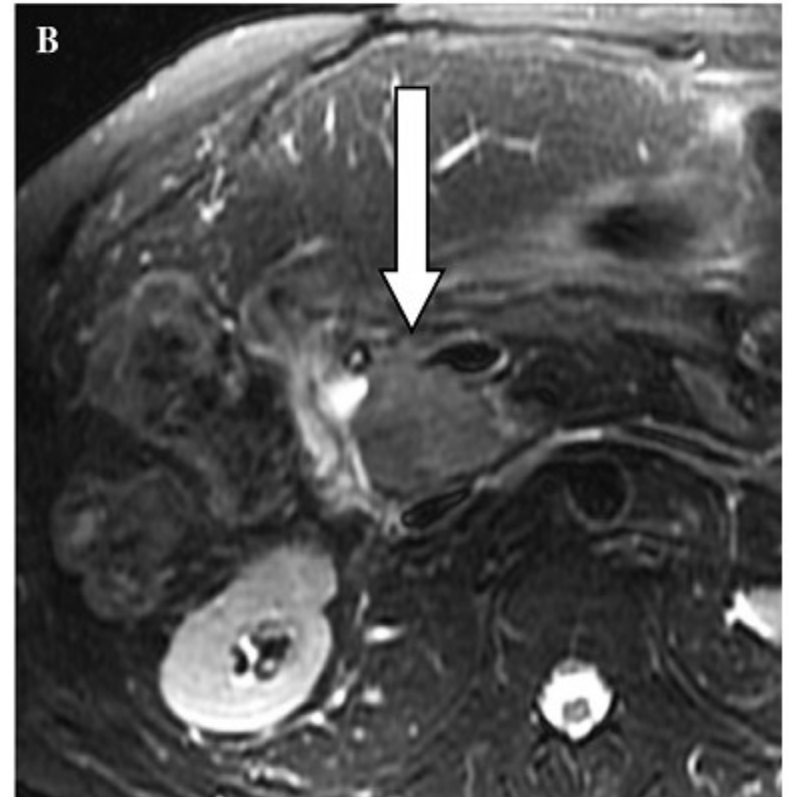
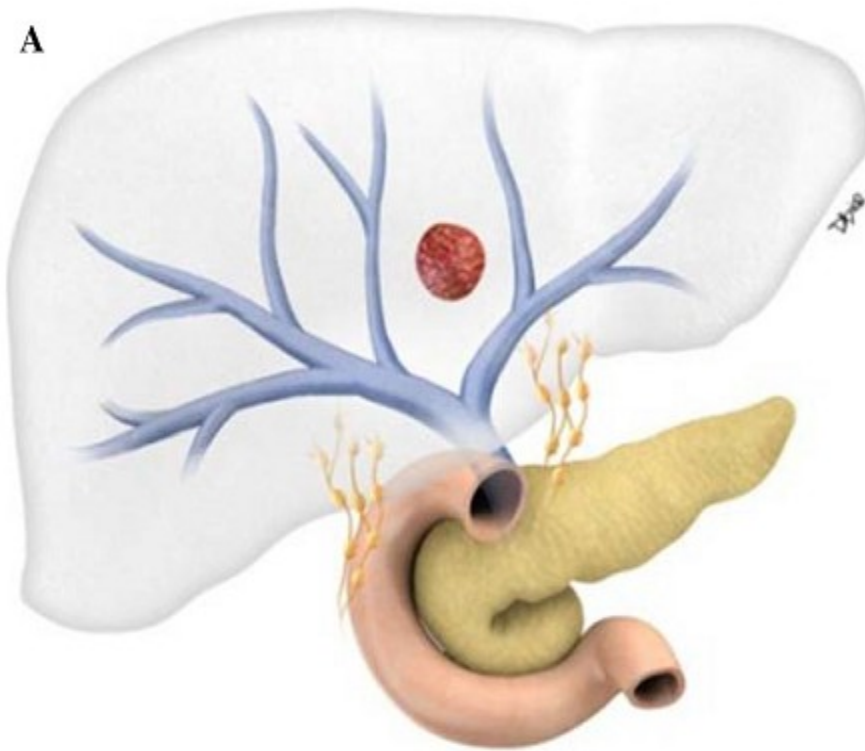
N: Regional Lymph Nodes

- NX** Regional lymph nodes cannot be assessed
- N0** The cancer has not spread to lymph nodes
- N1** The cancer has metastasized only to lymph nodes on the same side as the cancerous liver.

Exemplo: Critério N1

B) Paciente com um linfonodo afetado(seta), mas sem metástase distante.

A) Diagrama do critério N1.



TNM Staging System

Definições para os diferentes estágios de tumores

Stages

Stage 0 (Tis, N0, M0)

Stage I (T1, N0, M0)

Stage II (T2, N0, M0)

Stage IIIA (T3a, N0, M0)

Stage IIIB (T3b, N0, M0)

Stage IIIC (T4, N0, M0)

Stage IVA (Any T, any N, M1)

Metodologia

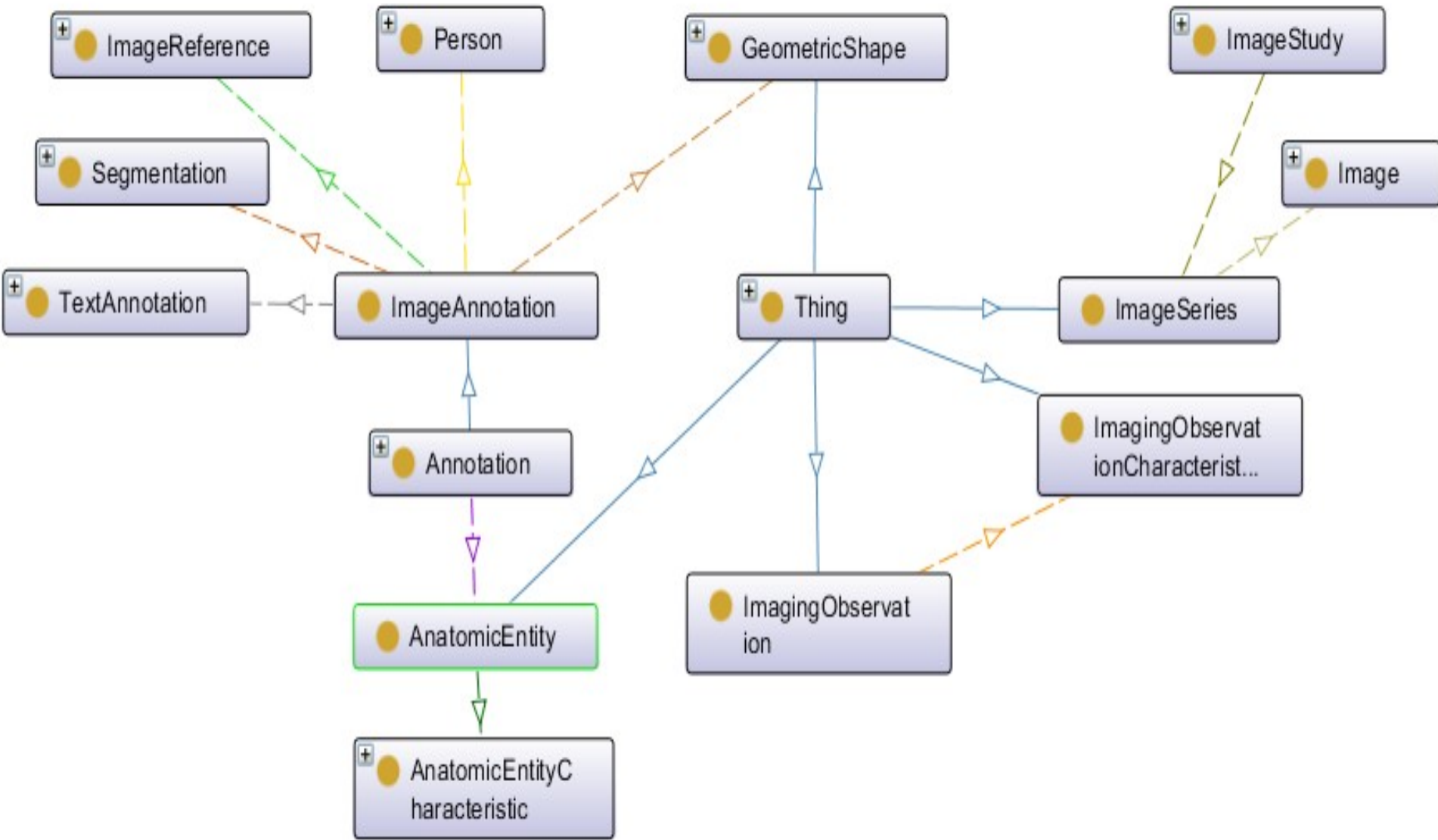
- ❑ A nossa abordagem é composta por três tarefas:
 - 1) Representação ontológica do AIM.
 - 2) Implementar o reasoning baseado em regras TNM.
 - 3) Representação formal do *Staging* de câncer.

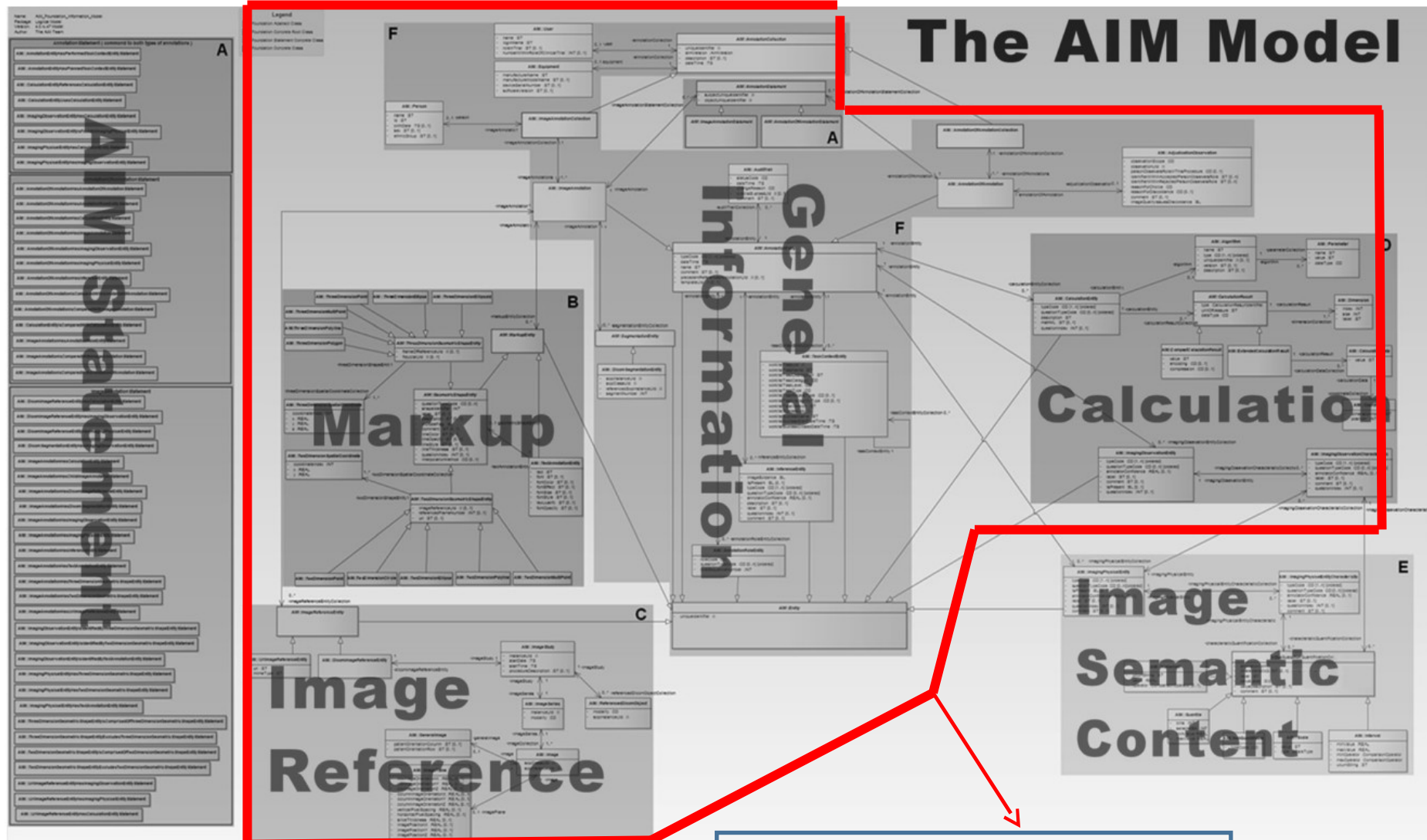
Metodologia

Representação ontológica do AIM

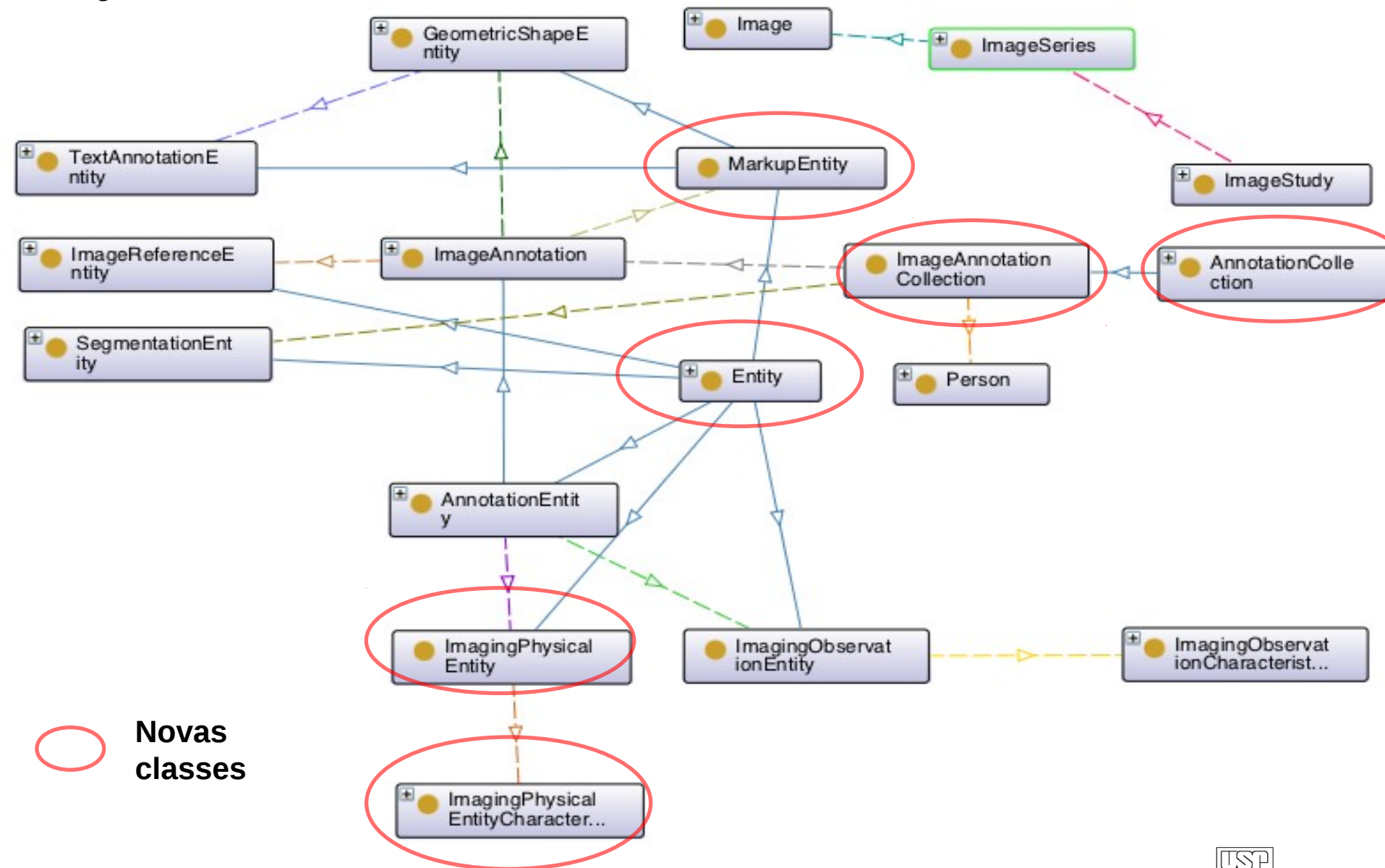
- Baseado na ontologia fornecida por Hakan Bulu.
- AIM4-O → 6 classes adicionais.

Ontologia de Bulu baseada em AIM 3.0





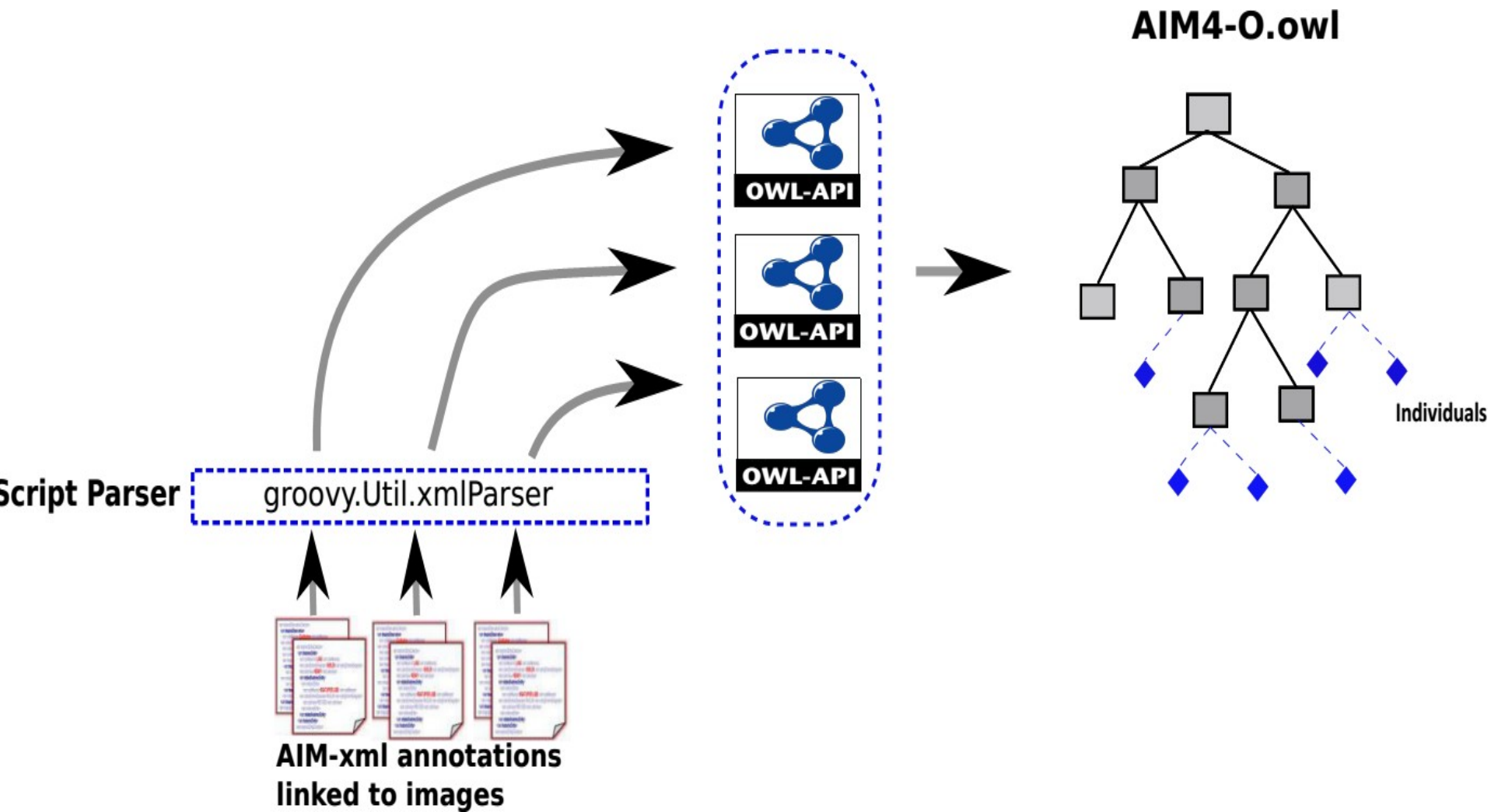
Ontologia AIM4-O baseada no modelo AIM 4.0



Metodologia



- ❑ A nossa abordagem é composta por três tarefas:
 - 1) Representação ontológica do AIM.
 - 2) Implementar o reasoning baseado em regras TNM.



Mecanismo , processor XML → OWL



Instâncias de anotações (indivíduos) AIM4-O


biology x Entities x Individuals by class x DL Query x

Individuals by type: 2oh12e71iyh7zgxiigp9081h4t1ifio7clg6fait  


 

- ◆ AnteriorRegion
- ▶ ● CalculationEntity (28)
- ▶ ● DicomImageReferenceEntity (28)
- ▶ ● ExtendedCalculationResult (28)
- ▼ ● ImageAnnotation (28)
 - ◆ zpqxyd9762xa5phlqp65gxliwmyrcuxutwdrzrg9
 - ◆ 7j9l9fcq3zesvamxwt0jtiy3wh3z6g5soka3yz16
 - ◆ j3dgwkmr9dq6b7mr52hc3xc4sfigocc24n4tabj
 - ◆ mq8u4008o3yi0vxke67dvorkrb02fmwn290krzq0
 - ◆ id0owlv8kfmab31vaezopl56xob957g1njzg7gc
 - ◆ **2oh12e71iyh7zgxiigp9081h4t1ifio7clg6fait**
 - ◆ 9gs43xqj1kyl13lmega0zhoenzvgeakkprft8fw8
 - ◆ xkxb77910yhdtq2zli0hticzfgzo8jseq6ljh5
 - ◆ 8nfe0c1am49bzuauenrt2luaof0283joxd4tablu
 - ◆ s0vd5mn3zp4s3ux6oattatfvppx5apg6a1nfbwg0
 - ◆ sim38lyzbfwkxh31c4gyrp7ctvszl0g9r0e9ee5k
 - ◆ 5okkshcft1tj3ps81lapkv6uku36tw7d6v2eymcd
 - ◆ kq545huqiz7sk6nm9j0r4i7ecxm2k7af0cbjwduw

Property assertions: 2oh12e71iyh7zgxiigp9081h4t1ifio7clg6fait

Object property assertions 

- hasCalculationEntity c4sjm8zm4bp4uxs3rcet4zqtlfhotq63bd45k025
- hasPhysicalEntity ypbfazbr9gp6tdyoczleurnxff7m10allgu26de
- hasImagingObservation gsxii1fa4a9geqlmemrxij2jchtybggtt0uh760r
- hasMarkupEntity li9co8jdn614f250agmf6ml0uzlnhy0cvskggfwr
- hasLesion Lesiongsxii1fa4a9geqlmemrxij2jchtybggtt0uh760r
- hasImageReference vl92fn8svs5ldr74gwdcggttqo3gc8jgbja68lm5m

Data property assertions 

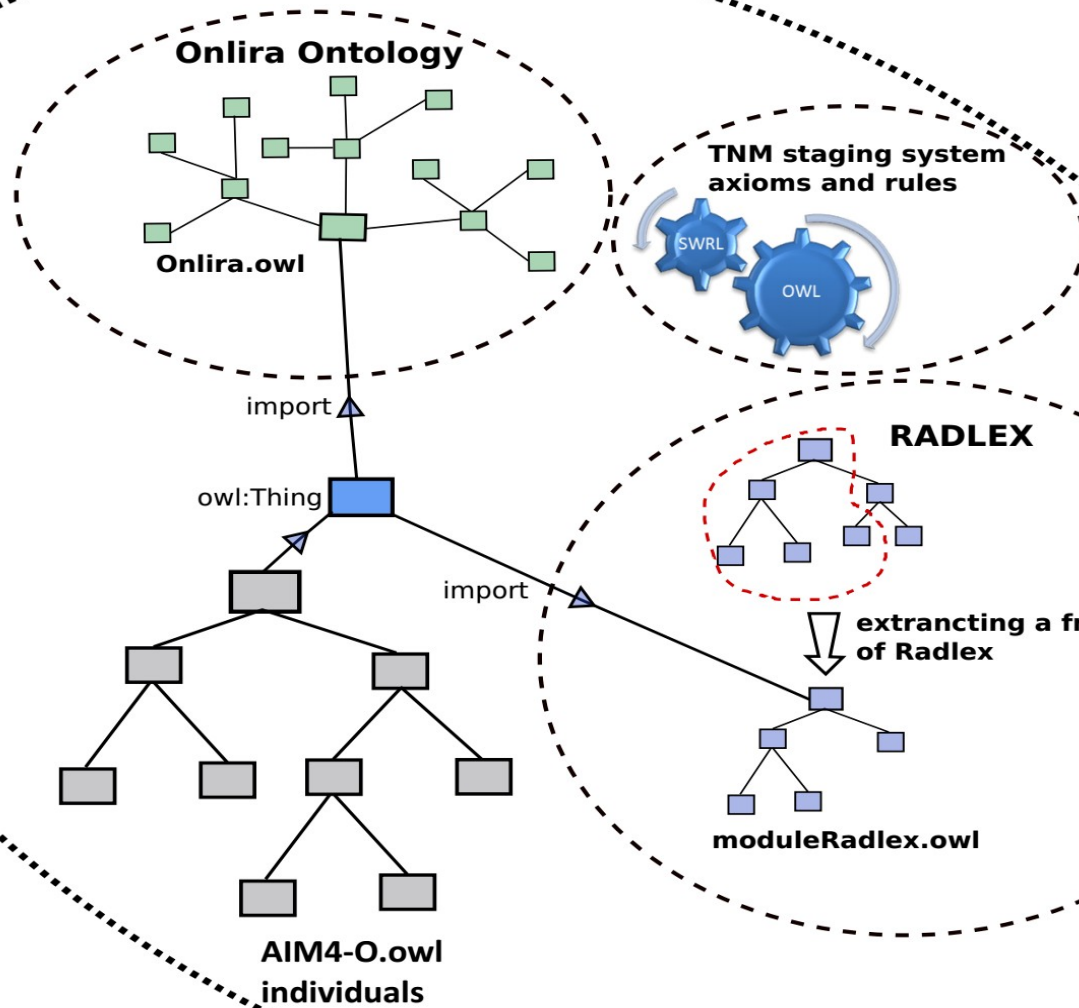
- dateTime "2014-09-26T16:23:51"^^xsd:dateTime
- hasLesionBool true
- name "Liver1"^^xsd:string
- uniqueIdentifier
"2oh12e71iyh7zgxiigp9081h4t1ifio7clg6fait"^^xsd:string
- comment "CT / LIVER/RENAL DELAYS / 42"^^xsd:string

Metodologia

- ❑ **Implementar o reasoning baseado em regras TNM.**
 - A ontologia AIM4-O, com os indivíduos.
 - Onlira.owl: a topografia do fígado (com base na Ontologia Onlira).
 - ModuleRadlex.owl: Uma parte do vocabulário Radlex.
 - Os conceitos gerais do TNM (regras SWRL e axiomas).

→ **ONTOLOGIA GERAL**

General Ontology



critério T2 representado pela Ontologia geral

The screenshot displays the Protégé ontology editor interface. The top tabs include 'Active Ontology', 'Entities', 'Classes', 'Object Properties', 'Data Properties', and 'Annotation Properties'. The left pane shows the 'Class hierarchy (inferred)' for 'Class hierarchy: T2'. The hierarchy lists various classes, with 'Tumor' expanded to show subclasses: 'Lesion', 'TumorStageM', 'TumorStageN', and 'TumorStageT'. 'TumorStageT' is further expanded to show 'T0', 'T1', 'T2' (highlighted), 'T3a', 'T3b', and 'T4 ≡ T4a'. The right pane shows the 'Annotations' tab for 'T2', with a single annotation: 'comment [type: string] either a single tumor (any size) that has grown into blood vessels, OR more than one tumor but no tumor is larger than 5 cm (about 2 inches) across'. Below this, the 'Description: T2' tab shows 'Equivalent To' as 'T2_a or T2_b', 'Sub Class Of' as 'TumorStageT', and 'Disjoint With' as 'T0', 'T3a', 'T3b', and 'T1'.

Active Ontology Entities Classes Object Properties Data Properties Annotation Properties

Class hierarchy (inferred)

Class hierarchy

Class hierarchy: T2

- ReferencedCalculation
- ReferencedDicomObject
- ReferencedGeometricShape
- Segmentation
- SpatialCoordinate
- T4a ≡ T4
- TextAnnotation
- TNMLiver
- 'Hepatic Vascularity'
- LesionComponent
- LesionComposition
- liver
- Lobe
- Parenchyma
- Region
- Segment
- Tumor
 - Lesion
 - TumorStageM
 - TumorStageN
 - TumorStageT
 - T0
 - T1
 - T2**
 - T3a
 - T3b
 - T4 ≡ T4a
- TwoDimensionSpatialCoordinate
- User

Annotations

Annotations: T2

Annotations +

comment [type: string] @ x o

either a single tumor (any size) that has grown into blood vessels, OR more than one tumor but no tumor is larger than 5 cm (about 2 inches) across

Description: T2

Equivalent To +

T2_a or T2_b

Sub Class Of +

TumorStageT

Sub Class Of (Anonymous Ancestor)

Members +

Target for Key +

Disjoint With +

T0

T3a

T3b

T1

Metodologia

- ❑ A nossa abordagem é composta por três tarefas:
 - 1) Representação ontológica do AIM.
 - 2) Implementar o reasoning baseado em regras TNM.
 - 3) Representação formal do Staging de Câncer.

Metodologia

- ❑ **Representação formal do Staging de Câncer.**
 - TNM apenas usando OWL + SWRL.
 - 3 condições refletem → staging desejável.

Metodologia

- ❑ **Representação formal do Staging de Câncer.**
- **3 condições refletem → staging desejável:**
 - Condição: considerar a existência de tumor solitário ou múltiplo no mesmo site.
 - Condição: considerar se os tumores são maiores ou menores que certos tamanhos “X”.
 - Condição: considerar lesões em órgãos adjacentes.

Metodologia

- ❑ **Condição 1 :** considerar a existência de tumor solitário ou múltiplo no mesmo site.
- **Problema de Open World !!!**
- **Solução:**
 - Informação → parsing AIM-XML para OWL (estrutura de dados).
 - Novo conceito → ***singleLesion*** (dataProperty) de ***:ImageStudy***.

Metodologia

- ❑ **Condição 1 :** considerar a existência de tumor solitário ou múltiplo no mesmo site.
 - Finalmente → 2 regras SWRL.

- ❑ **Condição 2 :** considerar se os tumores são maiores ou menores que certos tamanhos “X”.
 - Baseado → propriedade **:value** do **:Calculation Result**.
 - Facilmente implementada → 2 regras SWRL.

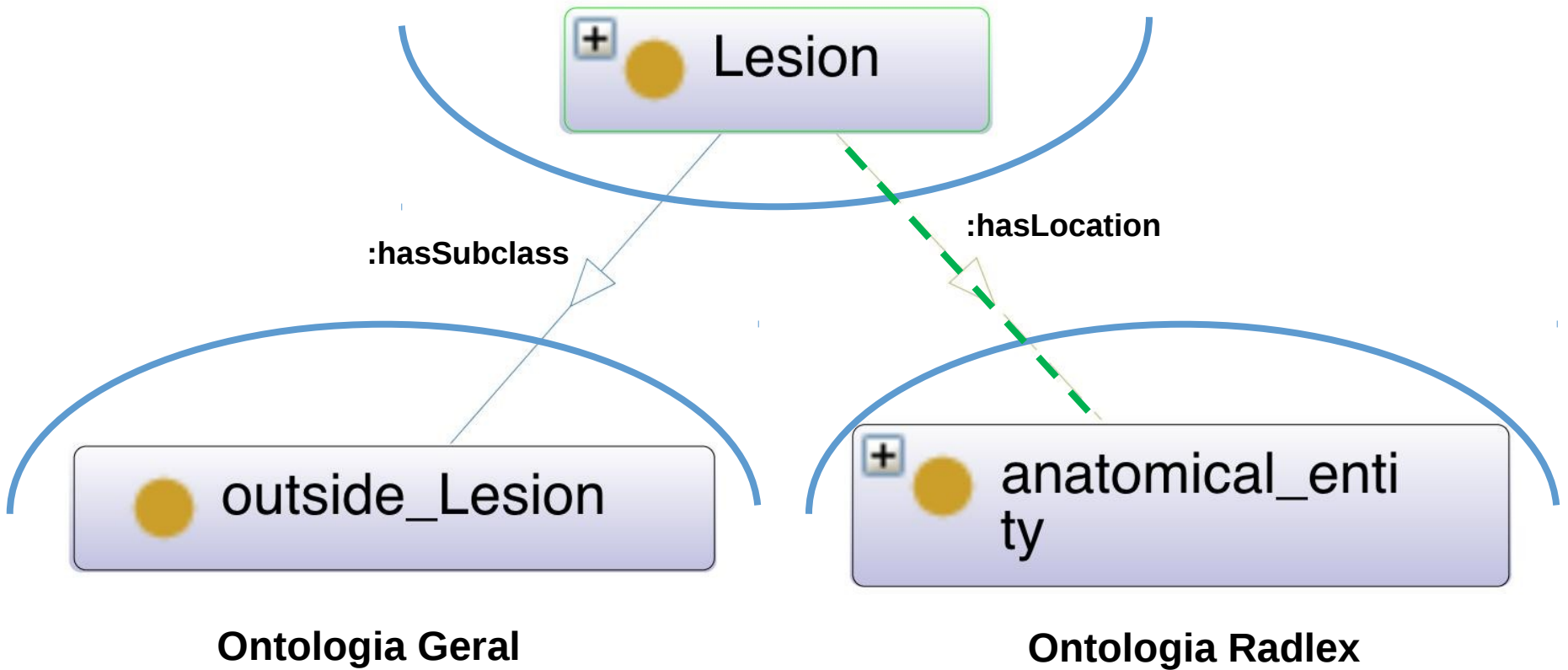
Metodologia

❑ **Condição 3 :** considerar lesões em órgãos adjacentes.

- subClasse :***OutsideLesion*** → :***Lesion*** ONLIRA.
- 3 novas propriedades:
 1. ObjectProperty ***hasLocation***
 - ONLIRA:***Lesion*** → Radlex:***AnatomicalEntity***

Metodologia

Ontologia ONLIRA

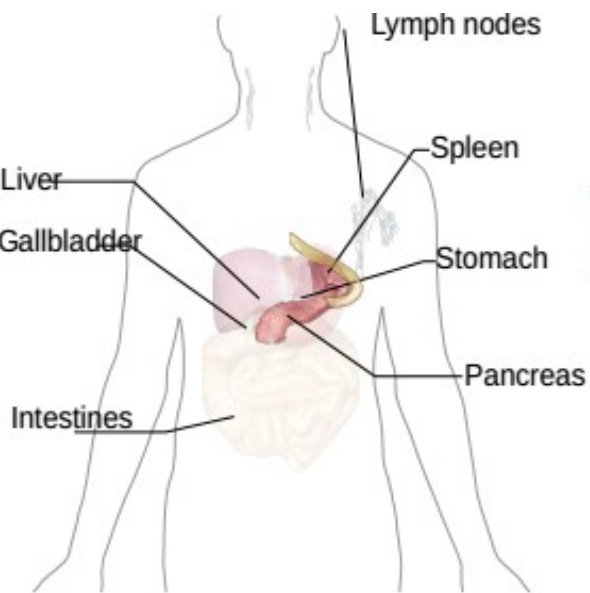


Metodologia

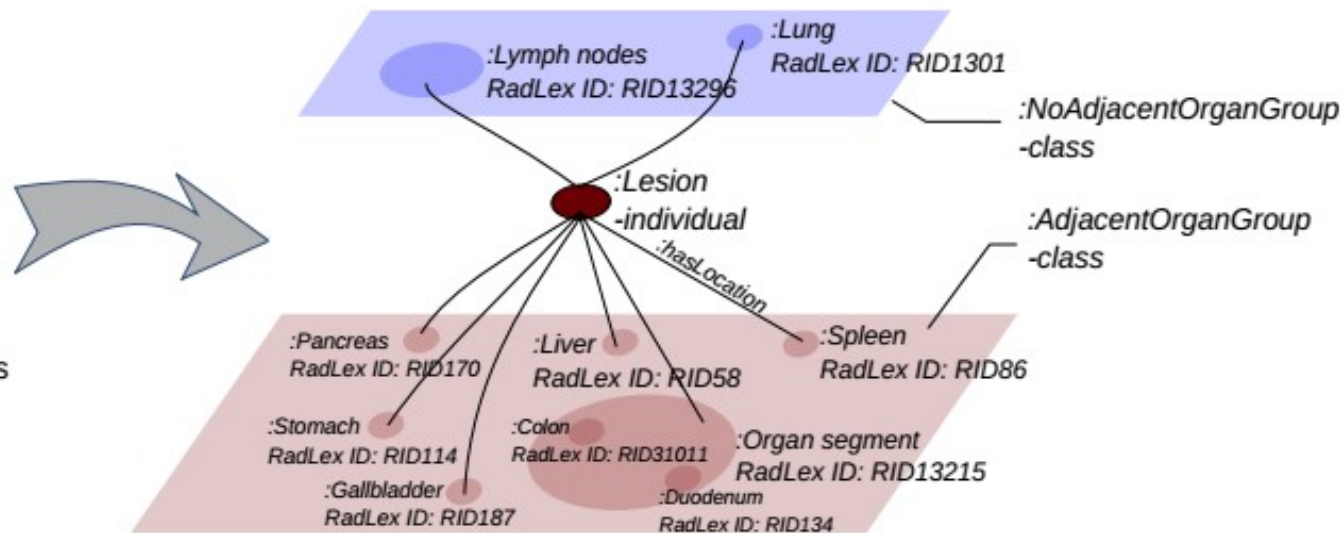
❑ **Condição 3 :** considerar lesões em órgãos adjacentes.

- subClasse :***OutsideLesion*** → :***Lesion*** ONLIRA.
- 3 novas propriedades:
 1. ObjectProperty :***hasLocation***
 - ONLIRA:***Lesion*** → Radlex:***AnatomicalEntity***
 2. DataProperty :***isRegionalLymphNodeAffected***
 3. DataProperty :***isAdjacentOrgan***

Hierarquia de subclasses da ontologia estabelecidas usando-se Radlex.



Anatomical Representation



Ontological Representation(based on Radlex)

Metodologia

❏ Exemplo de formalização de regras (T)

- T1: Este critério é representado por uma classe definida com as seguintes condições necessárias e suficientes:
- **Definição formal do T1:**

**T1 _NoVascularInvadedTumor and (hasImageReference
 some _T1_singleTumor)**

Metodologia

□ Onde:

- **_NoVascularInvadedTumor** → classe primitiva, afirma-se utilizando a regra **SWRL 1**
- **_T1_singleTumor** → classe definida representada pelo **Axioma 1**:

Regra 1	<code>ImageAnnotation(?x), hasLesion(?x, ?y), Vasculature_Proximity(?y, ?val), equal(?val, "other") → _NoVascularInvadedTumor(?x)</code>
Axioma 1	<i>ImageReferenceEntity and (hasImageStudy some _SingleTumor)</i>

Metodologia

□ Onde:

- **_SingleTumor** → classe primitiva. Ele é afirmado usando a regra **SWRL 1.1**.

Regra
1.1 **ImageStudy(?x)^singleLesion(?x, ?val)^
equal(?val, true) → _SingleTumor(?x)**

Experimentos

□ Dados utilizados:

- Genomic Data Commons (GDC) do National Cancer Institute (NCI).
- The Cancer Imaging Archive (TCIA)



Subject ID



Experimentos

❑ Experimento 1: Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O

- Como poderia ajudar na busca de relatórios clínicos → resultados de análise de imagens.
- Foram comparadas 2 abordagens:
 - Com base em ontologias (busca semântica).
 - Com base em palavras-chave (busca por palavra-chave).

Experimentos

- ❑ **Experimento 1:** Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O
 - Para destacar as diferenças entre essas duas abordagens
 - Descrevemos quatro consultas → em DL (DL query) é palavras-chave

Experimentos

❑ Experimento 1: Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O

- Q1 → Find all reports related to an image observation (tumor observation).
- Q2 → Find all reports that describe multiple tumors.
- Q3 → Find all reports that contain a tumor observation that has a size greater than 8 cm.
- Q4 → Find all reports that contain a tumor observation with descriptors (i.e invasion, mass, vascular).

Experimentos

❑ Experimento 1: Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O

- Q1 → Find all reports related to an image observation (tumor observation).
- Q2 → Find all reports that describe multiple tumors.
- Q3 → Find all reports that contain a tumor observation that has a size greater than 8 cm.
- Q4 → Find all reports that contain a tumor observation with descriptors (i.e invasion, mass, vascular).

Experimentos

- ❑ **Experimento 1:** Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O
 - A avaliação baseia-se → Foram usados 15 relatórios radiológicos GDC em linguagem natural e convertidos em instâncias **AIM4-O**.
 - Um relatório é recuperado se ele satisfaz a consulta DL ou se contiver todas as palavras-chave na consulta de busca.
 - Comparamos precisão e revocação → gold-Standard (radiologista).

Experimentos

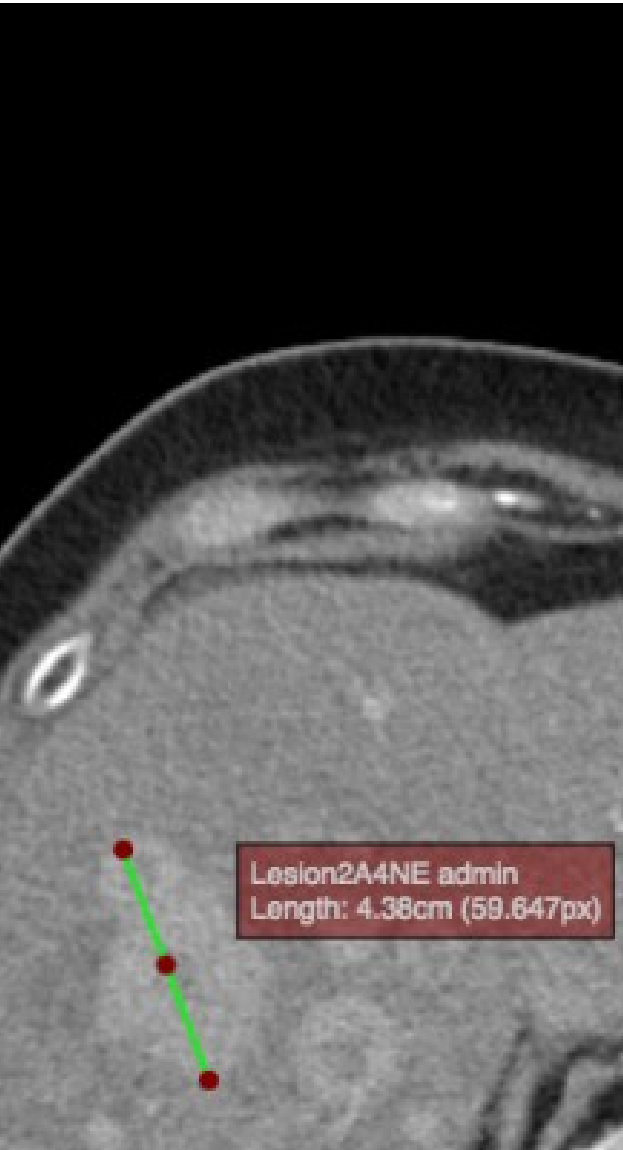
Resultados de precisão e revocação

Query ID	Busca Semântica- DL		Palavras-chave	
	Precisão	Revocação	Precisão	Revocação
Q1	1	1	1	0.8
Q2	1	1	0.4	0.4
Q3	0.9	0.9	0	0
Q4	0.67	1	1	0.7

Experimentos

- ❑ **Experimento 2:** Determinação do estágio de câncer (cancer staging) baseado em TNM
- Primeiro criamos → TNM template.

Image CT do fígado sendo anotada usando o ePAD e a template TNM (direita da imagem)



Lesion2A4NE admin
Length: 4.38cm (59.647px)

>> Annotation X

Detail RECIST

Name Lesion2A4NE

Templates TNM Template (RID58)

Location

☒ liver

☐ right lung

☐ left lung

☐ pancreas

☐ bone organ

☐ gallbladder

☐ duodenum

☐ spleen

☐ uterus

☐ prostate

☐ lymph node

Lesion type

☐ target

☒ new lesion

☐ resolved lesion

Lesion effects on liver

☐ thrombosis

☐ perforation visceral peritoneum

☒ none

☐ enlarged

Lesion involves blood vessels...

☒ none

☐ hepatic portal vein

☐ left portal vein

☐ right portal vein

☐ subdivision of left hepatic portal vein

☐ subdivision of right hepatic portal vein

☐ hepatic vein

☐ left hepatic vein

☐ right hepatic vein

☐ middle hepatic vein

Regional Lymph Nodes are affect...

☒ none

☐ hepatic lymph node

Save and Close



Experimentos

- ❑ **Experimento 2:** Determinação do estágio de câncer (cancer staging) baseado em TNM
 - Primeiro criamos → TNM template.
 - Subseqüentemente → geramos anotações AIM-XML, classificamos usando o nosso classificador TNM.
 - Processo:

Experimentos

❑ Experimento 2: Determinação do estágio de câncer (cancer staging) baseado em TNM

- Processo:
 - Separamos pacientes → informações no GDC como no TCIA= 52
 - Lidos os relatórios médicos → planilha Excel
 - Excel + dados GDC → anotações AIM criadas e integradas (AIM4-O).
 - Anotações AIM → entrada do classificador TNM
 - Resultados do classificador **vs** staging dos relatórios médicos.

Relatorios

Patient Key:
Surgical date:
TISSUE DESCRIPTION:
Liver Segments I, II, III and IV (2280 grams, 20 x 19 x 11 cm), separately submitted
left portal lymph node (4.5 x 2.6 x 1.2 cm) and gallbladder (7.5 x 3.5 x 1 cm).
A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2, C3, C4, C5, C6

DIAGNOSIS:
Liver, Segments I, II, III and IV resection: Grade 3 (of 4) hepatocellular carcinoma,

AIM-xml

```
<dateTime value="2016-05-30T22:43:29"/>
<name value="xxxxxxx"/>
<comment value="xxxx"/>
<imagingPhysicalEntityCollection>
  <ImagingPhysicalEntity>
    <uniqueIdentifier root="2.25.21343316135144112868648893393525445856835"/>
    <typeCode code="RID58" codeSystem="liver" codeSystemName="RadLex" codeSystemVersion="1.0"/>
    <annotatorConfidence value="0.0"/>
    <label value="Location"/>
  </ImagingPhysicalEntity>
</imagingPhysicalEntityCollection>
```



Relatorios

The tumor closely approaches the surgical margin (less than 1 mm) which microscopically is uninvolved. Vascular invasion is identified, involving hepatic veins microscopically. The tumor is not encapsulated. The

AIM-xml

hepatic vein

```
<comment/>
</ImagingObservationCharacteristic>
<ImagingObservationCharacteristic>
  <typeCode code="RID1179" codeSystem="hepatic vein" codeSystemName="RadLex" codeSystemVersion="1.0"/>
  <annotatorConfidence value="0.0"/>
  <label value="Lesion involves blood vessels?"/>
  <comment/>
</ImagingObservationCharacteristic>
```



Experimentos

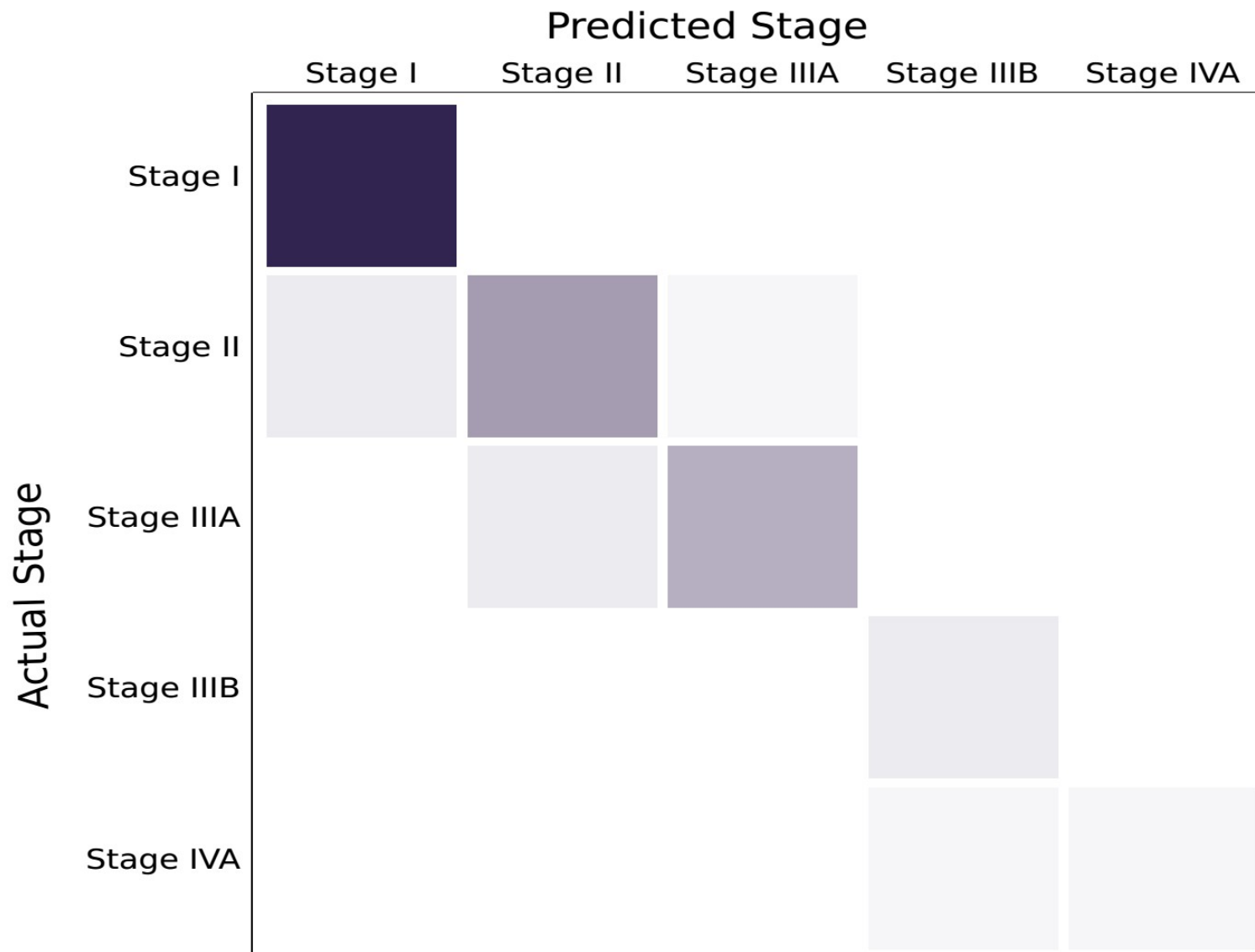
Matriz de Confusão dos estágios de câncer calculados pelo classificador

N=51		Actual Stages				
Predicted Stages		I	IIA	IIIA	IIIB	IVA
	I	24	2	0	0	0
	II	0	10	2	0	0
	IIIA	0	1	8	0	0
	IIIB	0	0	0	2	1
	IVA	0	0	0	0	1

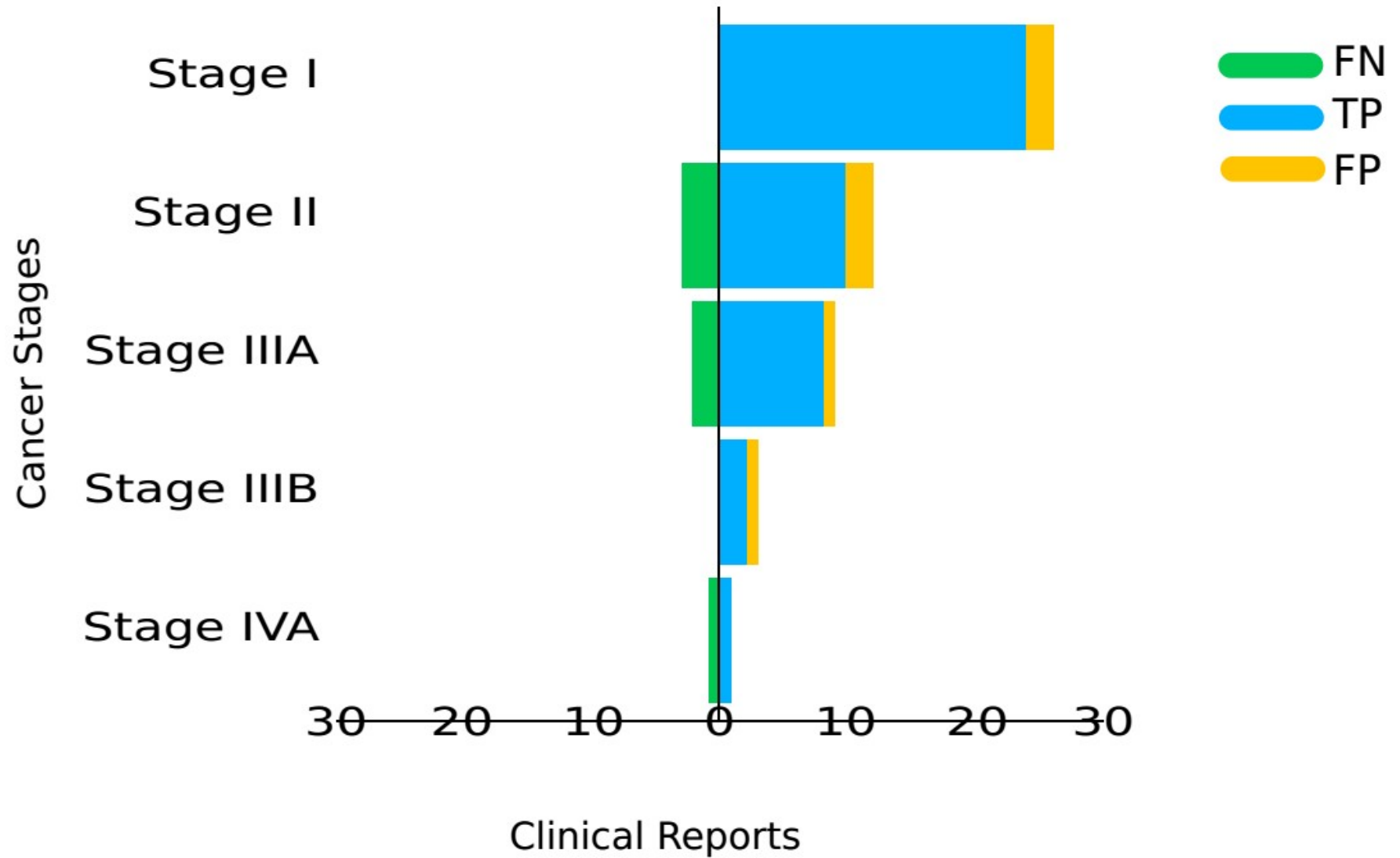
Experimentos

- A precisão foi 85,7% e a revocação 81,0% (para os 51 pacientes) → resultados muito bons (especialista).
- Classificador revelou casos clínicos com estagio errôneo paciente: ***Subject ID TCGA-DD-A1EJ.***
- Tais incidentes não são excepcionais! .

Matriz de escala de cores para a Matriz de Confusão.



Resumo dos Histogramas para cada estágio após da classificação TNM dos metadados dos 51 pacientes



Conclusão

Contribuições

- Classificador TNM → maior taxa de precisão e padronização na interpretação de estágios de lesões cancerosas.
- Além dos bons indicadores de precisão e revocação (85,7% e 81,0%), podem ser detectados casos clínicos com estagio errôneo → erros de tratamento médico podem ser reduzidos.

Conclusão

❑ Contribuições

- Uma nova ontologia AIM4-O → pode ser adotada em aplicações relacionadas ao processamento de metadados de imagens.
- Avaliação quantitativa da ontologia AIM4-O → tarefa de busca por relatórios.
Precisão (89% x 52%) e revocação (98% x 48%).

Conclusão

❑ Contribuições

- Método de mapeamento de anotações AIM-XML → instâncias AIM4-O.
- Alinhamento do modelo AIM com ontologias médicas, como Radlex e Onlira.
- Representação formal de regras, axiomas e procedimentos de raciocínio automático → para fazer cancer staging baseado em TNM.

Obrigado !!