

**A.C. CAMARGO CANCER CENTER
FUNDAÇÃO ANTÔNIO PRUDENTE**

GUILHERME ZWICKER DA ROCHA

**PROVA DE CONCEITO DE INTEROPERABILIDADE DE DADOS DE CÂNCER DE
MAMA UTILIZANDO O PADRÃO HL7® FHIR® (HEALTH LEVEL SEVEN FAST
HEALTHCARE INTEROPERABILITY RESOURCES) E REGISTRO HOSPITALAR
DE CÂNCER DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação de Mestrado Profissional
apresentado à Fundação Antônio Prudente
como requisito para obtenção do título de
Mestre em Ciências da Saúde..

Área de concentração: Cuidados Oncológicos
Centrados no Paciente.

Orientador: Carlos Alberto Ricetto Sacomani.

**SÃO PAULO
2026**

Rocha, Guilherme Zwicker da.

Prova de conceito de interoperabilidade de dados de câncer de mama utilizando o padrão HL7® FHIR® (Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources) e o Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo. / Guilherme Zwicker da Rocha. São Paulo, 2026.

63f.

Trabalho aplicado (Mestrado Profissional) - Fundação Antônio Prudente. Curso de Pós-Graduação em Ciências - Área de concentração: Oncologia.

Orientador: Carlos Alberto Ricetto Sacomani.

1. Interoperabilidade da Informação em Saúde, 2. Registros Eletrônicos de Saúde, 3. Neoplasias da Mama

CDU 616

Elaboração eletrônica pela Biblioteca A.C. Camargo - Fundação Antônio Prudente.

*Todos os direitos reservados à FAP. A violação dos direitos autorais constitui crime, previsto no art. 184 do Código Penal, sem prejuízo de indenizações cabíveis, nos termos da Lei nº 9.610/08.

Nome: Guilherme Zwicker da Rocha

Título: Prova de conceito de interoperabilidade de dados de câncer de mama utilizando o padrão HL7® FHIR® (*Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources*) e o Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo.

Aprovado em: 09 / 02 / 2026.

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Ricetto Sacomani

Instituição: Fundação Antônio Prudente

Membro da banca: Prof. Dr. Egberto Modesto Arouca de Medeiros

Instituição: Keyfactors Consulting

Membro da banca: Prof. Dr. Felipe Cezar Cabral

Instituição: Associação Hospitalar Moinho dos Ventos

RESUMO

Rocha GZ. **Prova de conceito de interoperabilidade de dados de câncer de mama utilizando o padrão HL7® FHIR® (*Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources*) e o Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo**. [Dissertação - Mestrado Profissional]. São Paulo: Fundação Antônio Prudente; 2026.

INTRODUÇÃO: O câncer de mama é uma das neoplasias mais prevalentes e constitui uma das principais causas de mortalidade entre mulheres em todo o mundo. A gestão eficaz dos dados clínicos desempenha papel essencial na melhoria dos desfechos destas pacientes. Nesse contexto, a interoperabilidade entre os Sistemas de Informação em Saúde (SIS) torna-se fundamental, pois facilita a comunicação entre diferentes plataformas, melhora a coordenação do cuidado e apoia a tomada de decisão clínica. O padrão HL7® FHIR® - *Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources* é amplamente utilizado para promover a interoperabilidade ao fornecer uma abordagem modular para a representação de dados de saúde por meio de recursos. Um recurso FHIR® é uma estrutura de dados padronizada, dotada de significado clínico definido, incluindo elementos terminológicos. **OBJETIVO:** Validar a viabilidade da interoperabilidade de dados de câncer de mama utilizando o padrão HL7® FHIR® por meio de uma prova de conceito, considerando a base de dados pública e anonimizada do Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo. **METODOLOGIA:** Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico em saúde, de natureza aplicada e objetivos exploratórios, baseado em dados retrospectivos. Foram utilizados dados anonimizados e públicos de 11.754 pacientes com câncer registrados pelo Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo. O método foi dividido em duas etapas: (a) Implementação de um repositório de dados HL7® FHIR®; e (b) Modelagem computacional em instâncias de recursos HL7® FHIR®. **RESULTADOS:** O primeiro resultado foi a implementação de uma *Application Programming Interface* – API HAPI FHIR R4, que permite operações CRUD (criar, ler, atualizar e deletar) sobre recursos HL7® FHIR®, utilizando os protocolos HTTP/HTTPS. A modelagem computacional resultou na criação dos seguintes recursos: 66 recursos *Organization*, 11.754 recursos *Patient*, 59.702 recursos

Observation, e 11.608 recursos *Condition*. A referência entre os recursos ocorreu da seguinte maneira: *Patient* referencia a *Organization* à qual está vinculado; e *Condition* e *Observation* referenciam o *Patient* relacionado à condição clínica e às observações correspondentes. A representação terminológica foi realizada por meio de extensões e dos tipos *code*, *Coding* e *CodeableConcept*. **CONCLUSÃO:** O estudo demonstrou a viabilidade da interoperabilidade de dados oncológicos — incluindo o câncer de mama — por meio da implementação de uma API baseada no HAPI FHIR R4, evidenciando o potencial do padrão HL7® FHIR® para estruturar, representar e integrar dados clínicos em ambientes computacionais.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Interoperabilidade da Informação em Saúde. 2. Registros Eletrônicos de Saúde. 3. Neoplasias da Mama.

ABSTRACT

Rocha GZ. **Proof of Concept for the Interoperability of Breast Cancer Data Using the HL7® FHIR® Standard (Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources) and the Cancer Hospital Registry of the State of São Paulo.** [Dissertation – Professional Master's Degree]. São Paulo: Fundação Antônio Prudente; 2026.

INTRODUCTION: Breast cancer is one of the most prevalent neoplasms and remains a major cause of mortality among women worldwide. Efficient clinical data management plays a crucial role in improving patient outcomes. In this scenario, interoperability among Health Information Systems (HIS) becomes essential, as it facilitates communication between heterogeneous platforms, enhances care coordination, and supports clinical decision-making. The HL7® FHIR® standard — Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources — is widely adopted to promote interoperability, providing a modular and extensible approach for representing health data through standardized resources. A FHIR® resource is a structured artifact with defined clinical semantics, including terminological elements.

OBJECTIVE: To validate the feasibility of breast cancer data interoperability using the HL7® FHIR® standard through a technological proof of concept based on the public and anonymized dataset from the Cancer Hospital Registry of the state of São Paulo.

METHODOLOGY: This technological development study, applied in nature and exploratory in scope, used retrospective public and anonymized data from 11,754 patients with cancer recorded in the Cancer Hospital Registry of the state of São Paulo. The methodological approach comprised two stages: (a) implementation of an HL7® FHIR® data repository; and (b) computational modeling of HL7® FHIR® resource instances.

RESULTS: The first outcome was the deployment of a HAPI FHIR R4 Application Programming Interface (API), enabling CRUD operations (create, read, update, and delete) on HL7® FHIR® resources using HTTP/HTTPS protocols. Computational modeling yielded the following artifacts: 66 Organization resources, 11,754 Patient resources, 59,702 Observation resources, and 11,608 Condition resources. Resource referencing was structured as follows: Patient resources were linked to their respective Organization; Condition and Observation resources

referenced the corresponding Patient associated with the clinical condition and related observations. Terminological representation was implemented through extensions and the `code`, `Coding`, and `CodeableConcept` datatypes. **CONCLUSION:** The study demonstrated the feasibility of interoperating oncologic data — including breast cancer data — through the implementation of an API based on HAPI FHIR R4. The findings highlight the potential of the HL7® FHIR® standard to structure, encode, and integrate clinical information across computational environments.

KEYWORDS: 1. Health Information Interoperability. 2. Electronic Health Records. 3. Breast Neoplasms.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>Prompt</i> inicial para criação de instâncias do recurso <i>Organization</i>	22
Figura 2 – Repositório HAPI FHIR implementado neste estudo.	23
Figura 3 – Relação de Recursos e Instâncias cadastradas na API HL7® FHIR®. ...	25
Figura 4 – Instância do Recurso <i>Patient</i> cadastrada na API HL7® FHIR®.....	26
Figura 5 – Instância do Recurso <i>Organization</i> cadastrada na API HL7® FHIR®.	28
Figura 6 – Sistema de Código – <i>CodeSystem Organization type</i>	29
Figura 7 – Instância do Recurso <i>Condition</i> cadastrada na API HL7® FHIR®.....	31
Figura 8 – Instância do Recurso <i>Observation</i> cadastrada na API HL7® FHIR®.	36
Figura 9 – Instância do Recurso <i>Observation</i> com representação do estadiamento TNM.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Declaração de Capacidades e Comportamentos do Repositório HL7® FHIR® deste estudo conforme o <i>CapatibilityStatement</i>	24
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASTM CCR	<i>Continuity of Care Record of the American Society for Testing and Materials</i>
CCD	<i>Continuity of Care Document</i>
CDA	<i>Clinical Document Architecture</i>
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CONEP	Comissão Nacional de Ética e Pesquisa
DRS	Diretoria Regional de Saúde
TNM	<i>Tumor, Node and Metastasis</i>
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resource</i>
HIS	<i>Health Information System</i>
HL7	<i>Health Leven Seven</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICD-O-3	Classificação Internacional de Doenças para Oncologia, 3ª Edição
ICHOM	<i>International Consortium for Health Outcomes Measurement</i>
INCA	Instituto Nacional de Câncer
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LOINC	<i>Logical Observation Identifiers, Names, and Codes</i>
MCP	<i>Model Context Protocol</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RES	Registros Eletrônicos em Saúde
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RRAS	Redes Regionais de Atenção à Saúde
SIS	Sistemas de Informação em Saúde
SNOMED-CT	<i>Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TMO	Transplante de Medula Óssea

UF	Unidade Federativa
UNACON	Unidade de Alta Complexidade em Oncologia
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 Geral	17
3.2 Específicos	17
4 METODOLOGIA	18
4.1 Delineamento do Estudo.....	18
4.2 Fonte de Dados	18
4.3 População-Alvo	19
4.4 Tamanho da Amostra	19
4.5 Critérios de Inclusão	19
4.6 Critérios de Exclusão	19
4.7 Variáveis do Estudo	19
4.8 Aspectos Éticos	20
4.9 Local do Estudo.....	21
4.10 Fases Metodológicas	21
4.10.1 Implantação de um Repositório de Dados HL7® FHIR®	21
4.10.2 Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®	22
5 RESULTADOS	23
5.1 Implementação de um Repositório HL7® FHIR®	23
5.2 Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®	25
5.2.1 Recurso <i>Patient</i>	25
5.2.2 Recurso <i>Organization</i>	27
5.2.3 Recurso <i>Condition</i>	30
5.2.4 Recurso <i>Observation</i>	34

6 DISCUSSÃO	38
6.1 Limitações do Estudo	42
6.2 Trabalhos Futuros	43
7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICES.....	50
Apêndice A – Resumo de <i>thread</i> de <i>prompts</i> para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® <i>Organization</i>	50
Apêndice B – Resumo de <i>thread</i> de <i>prompts</i> para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® <i>Patient</i>	52
Apêndice C – Resumo de <i>thread</i> de <i>prompts</i> para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® <i>Condition</i>	57
Apêndice D – Resumo de <i>thread</i> de <i>prompts</i> para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® <i>Observation</i>	60
ANEXOS.....	62
Anexo A – Parecer Fórum PAE	62

1 INTRODUÇÃO

O mundo acompanha com bastante entusiasmo o aumento do poder computacional e a melhoria de técnicas de tratamento da informação, em um período único em que o valor intrínseco do dado atinge proporções altamente relevantes em praticamente todas as atividades humanas, não excluindo a saúde.¹ Neste contexto, os registros eletrônicos de saúde (RES) têm sido amplamente adotados devido ao seu potencial em criar uma fonte única e compartilhada de dados de pacientes em uma organização de saúde,² com o propósito de permitir a coleta, o compartilhamento e análise das informações e melhorar os desfechos clínicos dos pacientes e a prestação de cuidados de saúde.^{1,2}

Apesar dos avanços nas tecnologias de saúde digital voltadas ao atendimento clínico, a maior parte dos dados armazenados nos atuais RES ainda carece de interoperabilidade. Isso ocorre devido a fatores como bancos de dados isolados, sistemas incompatíveis e *softwares* proprietários — o que resulta em informações difíceis de trocar, analisar e interpretar.³ Neste contexto, a interoperabilidade em saúde torna-se essencial para potencializar a gestão dos dados clínicos dos pacientes, melhorar a coordenação do cuidado e reduzir a lacuna entre o que é preconizado nas diretrizes clínicas e linhas de cuidado e o que realmente ocorre na jornada do paciente.^{4,5}

Para fins de aplicação da interoperabilidade considerando uma patologia específica, o câncer de mama é o tipo de neoplasia mais comum entre as mulheres com um importante impacto na saúde pública. O câncer de mama, o câncer de pulmão e os cânceres colorretais representam 50% de todos os novos diagnósticos de neoplasias em mulheres, sendo que o câncer de mama sozinho responde por 30% dos casos femininos. Essa relevância mostra-se ainda mais evidente quando se considera a disparidade sexual e a idade na incidência geral de câncer ao longo da vida. Por exemplo, durante a infância (0 a 14 anos), a incidência de câncer é cerca de 10% maior em meninos do que em meninas. No entanto, na idade adulta jovem (20 a 49 anos), a incidência é 44% menor em homens, em grande parte devido à alta ocorrência de câncer de mama em mulheres jovens.⁶

No Brasil, além do câncer de mama ser uma das patologias mais comuns, os problemas relacionados a coordenação do cuidado, considerando os diferentes níveis

de atenção da rede de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS), contribuem para atrasos no diagnóstico e início do tratamento precoce do câncer de mama, sendo observado uma diferença real para o que é preconizado,⁷ enfatizando ainda mais a importância da adoção da interoperabilidade dos dados para a melhoria da gestão do cuidado ao câncer de mama.^{7, 8}

A fim de abordar questões de interoperabilidade de dados em saúde, a adoção de padrões é fundamental, pois eles fornecem uma estrutura de representação e uma 'linguagem comum' para a transferência de dados clínicos entre os diferentes RES.⁹ Dentre os padrões de interoperabilidade estrutural existente podem-se citar o ASTM CCR (*Continuity of Care Record of the American Society for Testing and Materials*), a norma 13.606 da *International Organization for Standardization* (ISO 13.606), e os padrões do Instituto *Health Leven Seven* (HL7®) tais como o HL7® v2, HL7® *Clinical Document Architecture* (CDA) e *Continuity of Care Document* (CCD) (HL7® CDA & CCD), e o padrão HL7® *Fast Healthcare Interoperability Resource* (FHIR®). Como padrão de interoperabilidade estrutural em saúde, o HL7® FHIR® destaca-se por oferecer uma linguagem de meta-modelagem para definir modelos clínicos por meio de Recursos FHIR®.^{4,10}

Em nível computacional, o padrão HL7® FHIR® utiliza tecnologias web atuais tais como o protocolo HTTP (*HyperText Transfer Protocol*), a arquitetura REST (*Representational State Transfer*), as notações JSON (*JavaScript Object Notation*), XML (*eXtensible Markup Language*), e RDF (*Resource Description Framework*). Ele engloba em sua estrutura a interoperabilidade semântica por meio de sistemas de códigos tais como o do SNOMED-CT (*Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms*).¹¹ Além disso, o FHIR® oferece uma abordagem modular para a representação de dados de saúde por meio de recursos.^{5,12} Um recurso HL7® FHIR® é uma estrutura padronizada de dados, com significado clínico definido, que permite uma padronização estrutural incluindo questões terminológicas, e que pode ser trocada entre sistemas de saúde de forma interoperável.¹²

No entanto, apesar dos esforços já realizados envolvendo a neoplasia de mama e a interoperabilidade no mundo real, ainda existe a necessidade da implementação deste modelo por meio de uma prova de conceito. Neste contexto, este trabalho propõe realizar uma prova de conceito com o intuito de demonstrar a viabilidade da interoperabilidade de dados de câncer de mama por meio do padrão HL7® FHIR®.

2 JUSTIFICATIVA

A justificativa para este estudo decorre da necessidade de qualificar a interoperabilidade dos dados oncológicos, especialmente no contexto do câncer de mama, cuja relevância epidemiológica demanda sistemas capazes de interoperar, padronizar e disponibilizar informações de forma consistente. Nesse sentido, o padrão HL7® FHIR® representa uma abordagem amplamente reconhecida para o intercâmbio de dados clínicos estruturados, promovendo interoperabilidade semântica e estrutural entre diferentes plataformas.

Os Registros Hospitalares de Câncer desempenham papel fundamental na vigilância e no monitoramento das neoplasias; contudo, suas bases de dados ainda apresentam heterogeneidade estrutural e limitação na troca automatizada de informações entre sistemas, o que compromete análises mais abrangentes e aplicações em saúde digital. Neste sentido, a utilização da base pública, anonimizada, e de grande representatividade tais como a do Registro Hospitalar de Câncer do Estado de São Paulo – que será utilizada neste estudo – constitui um cenário adequado para avaliar a aplicabilidade do HL7® FHIR® no domínio oncológico por meio de uma prova de conceito, permitindo observar sua capacidade de modelagem e mapeamento dos dados relacionados ao câncer de mama.

Assim, este estudo se justifica pela necessidade de aplicar e demonstrar, em um cenário real de dados oncológicos, a viabilidade já documentada do uso do HL7® FHIR® na transformação de informações clínicas em recursos interoperáveis e reutilizáveis. Ao operacionalizar essas evidências técnicas no contexto do câncer de mama, a pesquisa contribui para o aprimoramento da qualidade da informação, para o fortalecimento das soluções digitais voltadas à oncologia e para a consolidação de práticas assistenciais e de vigilância em saúde orientadas por dados.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Validar a viabilidade da interoperabilidade de dados de câncer de mama utilizando o padrão HL7® FHIR® (*Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources*) por meio de uma prova de conceito considerando a base de dados anonimizada e pública do Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo disponibilizado pela Fundação Oncocentro, no ano de referência 2024.

3.2 Específicos

- I. Implantar um repositório de interoperabilidade de dados baseado no padrão HL7® FHIR® que permita a manipulação de dados de pacientes com câncer de mama.
- II. Criar o modelo computacional do conjunto de dados disponível na base de dados do Registro Hospitalar de Câncer do Estado de São Paulo para recursos HL7® FHIR®.
- III. Validar a interoperabilidade de dados considerando o modelo desenvolvido.

4 METODOLOGIA

A seguir, descreve-se a metodologia empregada a fim de se validar a interoperabilidade de dados de câncer, com foco especial no câncer de mama, utilizando o padrão de interoperabilidade HL7® FHIR. Nesta etapa, inicialmente são descritas informações sobre o delineamento do estudo, fonte de dados, população-alvo, tamanho da amostra, critérios de inclusão e exclusão, variáveis do estudo, e aspectos éticos.

Após, o método foi dividido em duas fases metodológicas principais:

- I. Implantação de um Repositório de Dados HL7® FHIR®; e
- II. Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®.

4.1 Delineamento do Estudo

Trata-se de um estudo de desenvolvimento tecnológico na área da saúde. Possui natureza aplicada, objetivos exploratórios, baseado em dados retrospectivos e conduzido por meio de métodos e procedimentos técnico-científicos.^{13,14}

4.2 Fonte de Dados

A base de dados utilizada neste estudo é pública e anonimizada e pertence ao Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo que é disponibilizada pela Fundação Oncocentro. Esta base de dados abrange os casos de câncer diagnosticados desde janeiro de 2000 até os dias atuais, provenientes de hospitais habilitados em alta complexidade em oncologia no estado. Atualizados trimestralmente, estes dados são avaliados de forma sistemática com base nos indicadores de qualidade e acesso estabelecidos pelo Instituto Nacional do Câncer (INCA) e pelo Ministério da Saúde.¹⁵ Para este estudo, foram utilizados exclusivamente os dados referentes ao ano de 2024.

4.3 População-Alvo

A população-alvo deste estudo são as pacientes com câncer de mama; contudo, para demonstrar a viabilidade das buscas na *Application Programming Interface* - API HL7® FHIR® foram inclusos todos os pacientes com os mais diversos tipos de câncer, sendo selecionado um paciente como exemplo como estudo de caso nos resultados deste estudo.

4.4 Tamanho da Amostra

O tamanho da amostra foi de 11.754 pacientes com câncer.

4.5 Critérios de Inclusão

Foram inclusos todos os pacientes da base de dados com câncer, com registros pertinentes ao ano de 2024.

4.6 Critérios de Exclusão

Foram excluídos os registros com dados incompletos.

4.7 Variáveis do Estudo

As variáveis deste estudo relacionadas aos pacientes com câncer são: código da instituição que atendeu, idade, sexo, Unidade Federativa (UF) do nascimento, UF de residência, código da cidade de nascimento do paciente de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE), cidade de residência, categoria de atendimento no diagnóstico (convênio, SUS, particular), código da especialidade da clínica (endocrinologia, geriatria, ginecologia, entre outros), existência de diagnóstico prévio, data do diagnóstico, código da base do diagnóstico (exame clínico, recursos auxiliares não microscópicos, confirmação microscópica), código da topografia, grupo

da topografia, descrição da topografia, código da morfologia, descrição da morfologia, estadiamento clínico, grupo do estadiamento clínico, classificação TNM (*Tumor, Node e Metastasis*), estadiamento pós-cirúrgico, outra classificação de estadiamento, metástase, data do início do tratamento, código da razão para não realização do tratamento, código de combinação dos tratamentos realizados, código de combinação dos tratamentos realizados no hospital, código de combinação dos tratamentos realizados antes/durante admissão fora do hospital, código de combinação dos tratamentos realizados após admissão fora do hospital, tratamento recebido no hospital (nenhum, cirurgia, radioterapia, quimioterapia, hormonioterapia, transplante de medula óssea - TMO, imunoterapia, outros), tratamento recebido fora do hospital e antes da admissão (nenhum, cirurgia, radioterapia, quimioterapia, hormonioterapia, TMO, imunoterapia, outros), tratamento recebido fora do hospital e durante/após admissão (nenhum, cirurgia, radioterapia, quimioterapia, hormonioterapia, TMO, imunoterapia, outros), data da última informação do paciente, última informação sobre o paciente, diferença em dias entre as datas de consulta o diagnóstico, diferença em dias entre as datas de consulta e tratamento, diferença em dias entre as datas de tratamento e diagnóstico, ano de diagnóstico, tumor infantil (presente, grupo, subgrupo), faixa etária do paciente, lateralidade, instituição de origem, Diretoria Regional de Saúde - DRS, Rede Regional de Atenção à Saúde - RRAS, perda de segmento, admissão com erro, data a última ocorrência de recidiva, recidiva (ausente, local, regional, distância/ metástase), nome da instituição, código IBGE da instituição, código da morfologia 3ª Edição, descrição da morfologia, habilitações e localização da instituição (DRS, RRAS, e cidade).

4.8 Aspectos Éticos

Esta pesquisa utiliza exclusivamente dados públicos e devidamente anonimizados, impossibilitando a identificação direta ou indireta de qualquer indivíduo. De acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 510/2016, Art. 1º, inciso III, estudos que utilizam informações de acesso público, garantindo o sigilo e a não identificação dos sujeitos, não se enquadram como pesquisas envolvendo seres humanos e, portanto, estão dispensados de avaliação pelo sistema CEP/CONEP (Comitê de Ética em Pesquisa/ Comissão Nacional de Ética em Pesquisa).¹⁶

Este estudo atende os critérios de dispensa do CEP que são:

- os dados utilizados são públicos, ou seja, disponíveis sem restrições de acesso;
- as informações estão anonimizadas, sem possibilidade de reidentificação dos sujeitos;
- não há coleta direta de dados de indivíduos; e
- não há intervenção, interação ou acesso a informações sigilosas.

Adicionalmente, conforme a Lei nº 13.709/2018 (Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD), dados anonimizados não são considerados dados pessoais para fins legais.¹⁷ Diante disso, não há necessidade de submissão deste estudo à apreciação do CEP conforme documento incluso no Anexo A – Parecer Fórum PAE deste estudo.

4.9 Local do Estudo

O local deste estudo é o A.C. Camargo Cancer Center - único *Cancer Center* do Brasil. O A.C. Camargo é um centro altamente especializado em oncologia e possui áreas dedicadas ao Ensino e Pesquisa permitindo a realização de pesquisas clínicas com seus pacientes.¹⁸

4.10 Fases Metodológicas

Este estudo foi dividido em duas fases metodológicas principais que serão descritas a seguir: (I) Implantação de um Repositório de Dados HL7® FHIR®, e (II) Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®.

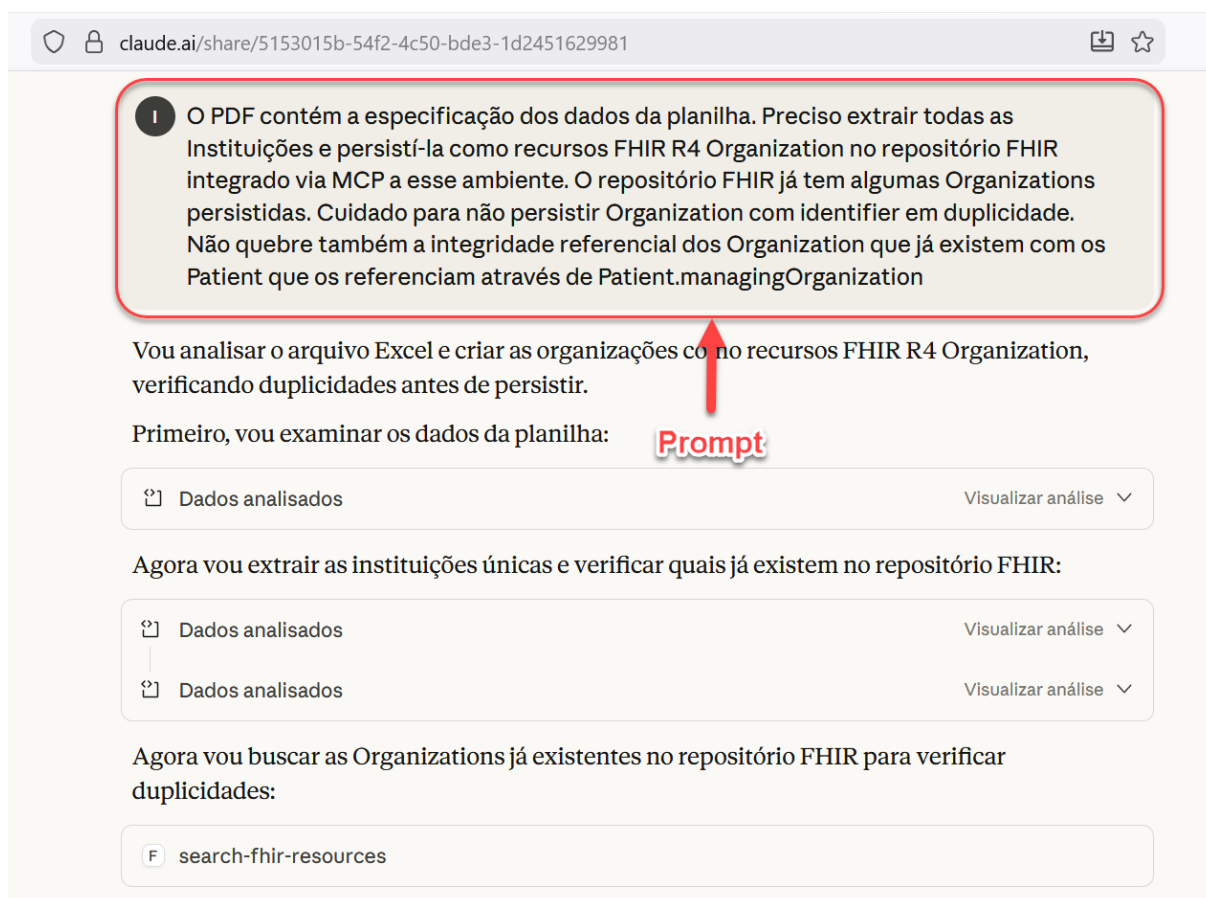
4.10.1 Implantação de um Repositório de Dados HL7® FHIR®

O objetivo desta fase foi implantar uma *Application Programming Interface* - API HL7® FHIR®. Para hospedagem foi utilizado o serviço de nuvem da Azure da Microsoft e nele foi instalado um servidor HAPI FHIR versão 4.0.1 (R4). Para a implantação deste repositório HAPI FHIR foi utilizada a documentação oficial disponibilizada nos canais oficiais.¹⁹

4.10.2 Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®

Foi feito o *download* da base de dados de Registro Hospitalar de Câncer do estado de São Paulo bem como seu dicionário e dados¹⁵ considerando as variáveis descritas em ‘Variáveis de Estudo’ desta pesquisa. Posteriormente foi feito o mapeamento destas variáveis para quatro recursos HL7® FHIR® R4: *Patient*, *Organization*, *Observation* e *Condition*. Para este mapeamento utilizou-se o serviço CLAUDE.AI²⁰ integrado via *Model Context Protocol* (MCP) ²¹ ao Repositório HAPI FHIR. O uso do CLAUDE.AI aconteceu por meio da criação de quatro *threads* principais, cada uma delas direcionada a um dos recursos FHIR® relacionados. Um exemplo de um *prompt* para criação de instâncias das *Organization* é exibida na Figura 1. Nos Apêndice A, B, C e D desta dissertação são disponibilizados todos os *prompts* utilizados neste estudo.

Figura 1 – *Prompt* inicial para criação de instâncias do recurso *Organization*.



Fonte: Autoria própria, 2025.

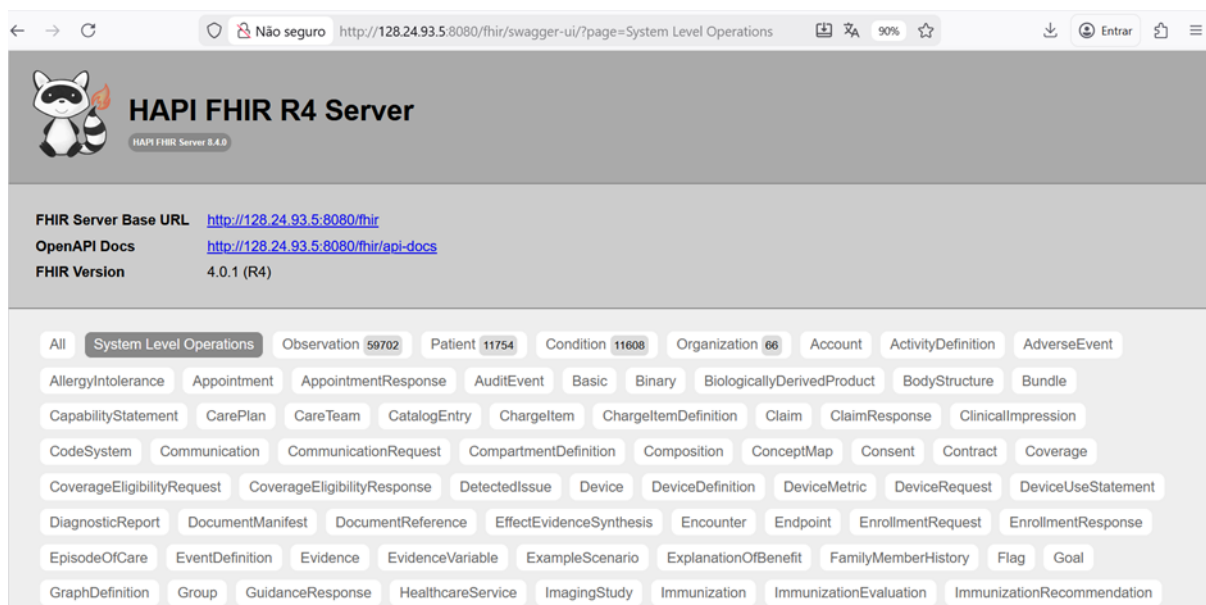
5 RESULTADOS

Nos resultados deste estudo inicialmente apresentamos o Repositório HL7® FHIR® implementado com suas principais funcionalidades. E, após aborda-se sobre a modelagem computacional em instâncias de recursos HL7® FHIR® focando nos quatro principais recursos utilizados neste estudo que foram: *Patient*, *Organization*, *Condition* e *Observation*.

5.1 Implementação de um Repositório HL7® FHIR®

Foi implementado um Repositório HAPI FHIR R4 conforme ilustrado na Figura 1 e que pode ser acessado por meio do *endpoint*¹.

Figura 2 – Repositório HAPI FHIR implementado neste estudo.



Fonte: Autoria própria, 2025.

O Servidor FHIR R4 possui um recurso chamado *CapabilityStatement* que documenta um conjunto de capacidades e comportamentos de um Servidor ou Cliente FHIR® para uma versão específica do FHIR®. Este recurso pode ser utilizado tanto como uma declaração das funcionalidades reais de um servidor, ou quanto como uma declaração dos requisitos ou funcionalidades desejadas para uma implementação de

¹ Endpoint do Repositório HAPI FHIR deste projeto: <http://128.24.93.5:8080/fhir/>

servidor. Na Tabela 1 são exibidas as principais informações do *CapabilityStatement* do servidor deste estudo.

Tabela 1 – Declaração de Capacidades e Comportamentos do Repositório HL7® FHIR® deste estudo conforme o *CapabilityStatement*².

Categoria	Especificação	Significado
FHIR Version	4.0.1 (R4)	Indica qual versão do padrão FHIR® o servidor utiliza. É essencial para compatibilidade de recursos, perfis e validação.
Software	HAPI FHIR R4 Server	Versão do servidor.
URL Base do Servidor	http://128.24.93.5:8080/fhir	<i>Endpoint</i> principal usado para todas as operações REST em recursos FHIR®.
Tipo	Instance	Significa que este <i>CapabilityStatement</i> descreve um servidor real, e não um modelo teórico ou <i>template</i> .
Modo REST Suportados	RestServer	Indica o suporte RESTful completo para que os clientes consultem, criem, atualizem e deletem os recursos.
Formatos Aceitos	- application/fhir+json - application/fhir+xml - json - xml - html/json - html/xml - application/x-turtle - ttl	Determina em quais formatos o servidor pode enviar e receber recursos FHIR®. JSON e XML são os mais comuns.
Formatos de PATCH	- application/xml-patch+xml - application/json-patch+json - read, create, update, delete - search-type	Define os tipos de PATCH suportados para atualizações parciais de recursos.
Operações Gerais Suportadas	- history-instance - history-type - batch - transaction	Lista as operações REST que o servidor aceita.
HL7® FHIR® Profiles e Implementation Guides	Nenhum.	Não há validação de Perfis e Guias de Implementação. O servidor aceita recursos “genéricos” do FHIR® R4.
Terminologias Declaradas	Nenhuma	Não especifica serviços de terminologia (CodeSystem/ValueSet expand, lookup). Operações terminológicas podem ser limitadas.
Segurança	Sem Referência ao OAuth2/SMART/API Key.	O não possui autenticação configurada.

Fonte: Autoria própria, 2025.

² O *CapabilityStatement* deste estudo está disponibilizado em: <http://128.24.93.5:8080/fhir/metadata/>

5.2 Modelagem Computacional em Instâncias de Recursos HL7® FHIR®

Na Modelagem Computacional foram utilizados quatro recursos principais: *Patient* (11.754 instâncias), *Organization* (66 instâncias), *Observation* (59.702 instâncias), e *Condition* (11.608 instâncias), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Relação de Recursos e Instâncias cadastradas na API HL7® FHIR®³.

```

1  {
2    "resourceType": "Parameters",
3    "parameter": [ {
4      "name": "Condition",
5      "valueInteger": 11608
6    }, {
7      "name": "Observation",
8      "valueInteger": 59702
9    }, {
10     "name": "Organization",
11     "valueInteger": 66
12   }, {
13     "name": "Patient",
14     "valueInteger": 11754
15   } ]
16 }
```

Fonte: Autoria própria, 2025.

A seguir vamos descrever sobre cada um destes recursos e o seu uso na modelagem computacional do paciente oncológico focando-se no câncer de mama.

5.2.1 Recurso *Patient*

Cada um dos pacientes cadastrados é representado pelo recurso *Patient* conforme é exibido na Figura 4. Este tipo de recurso tem por intuito representar informações demográficas e outros dados administrativos sobre um indivíduo que recebe cuidados e/ou serviços relacionados a saúde.²² Os primeiros elementos apresentados neste recurso: *id* e *meta*, referem-se a elementos definidos e herdados das classes mais gerais do FHIR® – portanto, não são exclusivas do recurso *Patient*. Neste contexto, o *id* é um identificador lógico do recurso dentro do servidor FHIR® e é único por tipo de recurso (por exemplo, Patient/456); já o *meta* contém metadados técnicos sobre o recurso como *versionId* (versão do recurso) e o *lastUpdated* (data/hora da última atualização).

A seguir são exibidas as extensões relacionadas a este recurso. A extensibilidade no padrão HL7® FHIR® acontece devido ao fato de que este padrão tem por intuito cobrir os requisitos comuns amplamente aceitos na área da saúde,

³ Operação utilizada: GET [http://128.24.93.5:8080/fhir/\\$get-resource-counts](http://128.24.93.5:8080/fhir/$get-resource-counts)

para evitar que o padrão se torne complexo e difícil de implementar. Sendo assim, a necessidade de informações adicionais deve ser coberta por meio de extensões.²³ No recurso *Patient* desta pesquisa, a extensão foi utilizada para representar o estado de nascimento do paciente, que conforme o exemplo mostrado na Figura 4 é São Paulo (“*valueString*”: “SP”).

Figura 4 – Instância do Recurso *Patient* cadastrada na API HL7® FHIR®⁴.

```

1  {
2    "resourceType": "Patient",
3    "id": "456",
4    "meta": {
5      "versionId": "1",
6      "lastUpdated": "2025-10-19T23:15:18.637+00:00"
7    },
8    "extension": [ {
9      "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/StructureDefinition/birth-state",
10     "valueString": "SP"
11   } ],
12   "identifier": [ {
13     "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/patient-rownum",
14     "value": "288"
15   } ],
16   "gender": "male",
17   "birthDate": "1957-01-01",
18   "address": [ {
19     "city": "MIRASSOL",
20     "state": "SP",
21     "postalCode": "3530300",
22     "country": "BR"
23   } ],
24   "managingOrganization": {
25     "identifier": {
26       "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/institution",
27       "value": "22128"
28     },
29     "display": "HOSP UNIV FAC MED DE RIO PRETO"
30   }
31 }

```

Fonte: Autoria própria, 2025.

O *identifier* é um campo destinado aos identificadores administrativos do paciente, em que *system* se refere ao sistema de identificação utilizado e *value* o valor atribuído. Neste trabalho, trata-se de um identificador interno gerado pela Fundação Oncocentro de São Paulo, conforme atribuído na base de dados referência desta pesquisa. O campo *gender* refere-se ao sexo biológico ou administrativo do paciente. O campo *birthDate* refere-se a data de nascimento no formato *yyyy-mm-dd*. E, o campo *address* representa as informações do endereço: *city* para município, *state* para a unidade federativa do estado, *postalCode* para o código de endereçamento

⁴ Operação utilizada: GET <http://128.24.93.5:8080/fhir/Patient/456/>

postal (CEP) – contudo, neste estudo este campo foi utilizado para representar o código do IBGE relacionado; e, *country* que representa o país.

O campo *managingOrganization* indica qual organização administra ou é responsável pelo cadastro do paciente, em que *system* se refere ao sistema identificador da Organização, e *value* ao valor ou código atribuído. No exemplo da Figura 4, o paciente está vinculado a instituição 22128 que se refere ao Hospital Universitário da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, que foi abreviado para ‘HOSP UNIV FAC MED DE RIO PRETO’. Para uma melhor compreensão da organização administrativa responsável pelo *Patient/456* exibido na Figura 4, será analisado o recurso *Organization* relacionado a este paciente que é apresentado na Figura 5.

5.2.2 Recurso *Organization*

Para busca da organização relacionada ao paciente foi realizada a operação: ‘GET <http://128.24.93.5:8080/fhir/Organization?identifier=http://fosp.saude.sp.gov.br/institution|22128>’.

Nesta operação o GET refere-se ao método HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) utilizado, que tem por intuito realizar consultas e buscas. Em seguida, utilizou-se o *endpoint* FHIR do servidor implementado (<http://128.24.93.5:8080/fhir/>) seguido do recurso que pretendia-se buscar, que nesta situação é o *Organization*. A seguir, adicionou-se o parâmetro de busca ‘*?identifier=*’ que filtra os recursos por seus identificadores administrativos; seguido do *system* e *value* relacionados no formato *token (system|value)*.

Este tipo de busca retorna um recurso do tipo *Bundle*, ou seja, um pacote com um conjunto de recursos agrupados; e que nesta situação em específico é do “*type*”: “*searchset*” – um tipo específico para resultados de buscas utilizados no padrão HL7® FHIR®. Os primeiros *id* e *meta* referem-se ao identificador lógico e metadados técnicos do *Bundle*. *Total* refere-se ao número total de recursos encontrados na busca (neste caso um recurso *Organization* foi identificado); e o *Link* refere-se a URL *encode* da operação. Estas informações são exibidas dentro do retângulo verde na Figura 5.

Em um segundo nível de análise, representado aqui pelo retângulo vermelho, dentro do campo *Entry* são descritos os recursos encontrados na busca. O campo *FullURL* exibe a URL completa do recurso retornado, destacando-se o

Organization/116. Em *resource* são descritas as informações do recurso *Organization*, ‘*id* = 116’, ‘*versionId* = 2’ e ‘*lastUpdated* = 2025-11-22’ (última atualização).

Figura 5 – Instância do Recurso *Organization* cadastrada na API HL7® FHIR®⁵.

```

1  {
2    "resourceType": "Bundle",
3    "id": "97df09c9-e2c0-4b9a-8838-83569fe4cc01",
4    "meta": {
5      "lastUpdated": "2025-11-23T00:54:14.748+00:00"
6    },
7    "type": "searchset",
8    "total": 1,
9    "link": [ {
10     "relation": "self",
11     "url": "http://128.24.93.5:8080/fhir/Organization?identifier=http%3A%2F%2Ffosp.saude.sp.gov.br%2Finstitution%7C22128"
12   } ],
13   "entry": [ {
14     "fullUrl": "http://128.24.93.5:8080/fhir/Organization/116",
15     "resource": {
16       "resourceType": "Organization",
17       "id": "116",
18       "meta": {
19         "versionId": "2",
20         "lastUpdated": "2025-11-22T22:44:00.956+00:00"
21       },
22       "extension": [ {
23         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/ibge-code",
24         "valueString": "3549805"
25       }, {
26         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/drs",
27         "valueString": "DRS 15  Sao Jose do Rio Preto"
28       }, {
29         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/rras",
30         "valueString": "RRAS 15"
31       }, {
32         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/habilitacao",
33         "valueCodeableConcept": {
34           "coding": [ {
35             "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/CodeSystem/habilitacao",
36             "code": "2",
37             "display": "UNACON com Serviço de Radioterapia"
38           } ]
39         }
40       } ],
41       "identifier": [ {
42         "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/institution",
43         "value": "22128"
44       } ],
45       "active": true,
46       "type": [ {
47         "coding": [ {
48           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/organization-type",
49           "code": "prov",
50           "display": "Healthcare Provider"
51         } ]
52       } ],
53       "name": "HOSP UNIV FAC MED DE RIO PRETO",
54       "address": [ {
55         "city": "SAO JOSE DO RIO PRETO",
56         "state": "SP",
57         "country": "BR"
58       } ]
59     }
60   ],
61   "search": {
62     "mode": "match"
63   }
64 }

```

Fonte: Autoria própria, 2025.

Neste recurso foram encontradas quatro extensões relacionadas. A primeira delas refere-se ao Código IBGE da Organização (*StructureDefinition/ibge-code*) cujo valor é ‘3549805’. A segunda delas refere-se a DRS relacionada (*StructureDefinition/drs*), que nesta instância tem por valor ‘DRS 15 - São Jose do Rio

⁵ Operação utilizada:

GET <http://128.24.93.5:8080/fhir/Organization?identifier=http://fosp.saude.sp.gov.br/institution|22128>

Preto’. A terceira extensão refere-se a RRAS, que é uma divisão territorial utilizada pelo estado de São Paulo para organizar a rede de atenção à saúde, especialmente no contexto das linhas de cuidado, alta complexidade e integração entre municípios (*StructureDefinition/rras*, cujo valor é ‘RRAS 15’).

A última extensão representa a habitação da instituição conforme o modelo de dados da Fundação Oncocentro de São Paulo (*StructureDefinition/habilitação*); que nesta instância tem o código ‘2’ referente ao ‘UNACON com Serviço de Radioterapia’. O UNACON (Unidade Assistencial de Alta Complexidade em Oncologia) é um tipo de serviço/hospital habilitado pelo Ministério da Saúde para realizar tratamento oncológico de alta complexidade.

A seguir temos os dados de identificação da organização em *identifie*’, que são os mesmos do campo *managingOrganization* do recurso *Patient* - já descritos anteriormente, contudo agora dentro do recurso *Organization*. O elemento ‘*active: true*’ indica que a organização está ativa ou em funcionamento. O campo *type* classifica o tipo da organização, e para isso utiliza um metadado do tipo *coding* que permite adicionar um sistema de códigos (apresentado na Figura 6 - “*system*”: “*http://terminology.hl7.org/CodeSystem/organization-type*”), um código (“*code*”: “*prov*”) e um valor a ser exibido (“*display*”: “*Healthcare Provider*”), o que é muito útil para fins terminológicos e semânticos no uso do padrão HL7® FHIR®.

Figura 6 – Sistema de Código – *CodeSystem Organization type*.

10.2725.1 CodeSystem: Organization type

Official URL: http://terminology.hl7.org/CodeSystem/organization-type			Version: 2.0.1
Active as of 2025-11-15	Maturity Level: 1	Responsible: Health Level Seven International	Computable Name: OrganizationType
Other Identifiers: OID:2.16.840.1.113883.4.642.1.1128			
Copyright/Legal: This material derives from the HL7 Terminology (THO). THO is copyright ©1989+ Health Level Seven International and is made available under the CC0 designation. For more licensing information see: https://terminology.hl7.org/license			

This example value set defines a set of codes that can be used to indicate a type of organization.

This Code system is referenced in the content logical definition of the following value sets:

- [OrganizationType](#)

Last updated: 2024-04-24 00:00:00+0000

Profile: [Shareable CodeSystem](#)

Properties

This code system defines the following properties for its concepts

Name	Code	URI	Type	Description
Status	status	http://hl7.org/fhir/concept-properties#status	code	A code that indicates the status of the concept. Typical values are active, experimental, deprecated, and retired

Concepts

This case-sensitive code system <http://terminology.hl7.org/CodeSystem/organization-type> defines the following codes:

Code	Display	Definition	Status
prov	Healthcare Provider	An organization that provides healthcare services.	
dept	Hospital Department	A department or ward within a hospital (Generally is not applicable to top level organizations)	

Fonte: HL7 International (2025).²⁴

E por fim, o elemento *name* indica o nome institucional da organização, e o campo *address* o endereço da organização. O bloco *search* – representado dentro do retângulo verde no final da Figura 6, não faz parte da *Organization*, ele faz parte do *Bundle* de resposta da busca. Neste bloco, o '*mode: match*' significa que este recurso corresponde diretamente ao critério utilizado na busca.

A seguir, vamos explorar os dois recursos clínicos utilizados nesta pesquisa: os recursos *Observation* e *Condition*.

5.2.3 Recurso *Condition*

O recurso *Condition* no HL7® FHIR® é utilizado para descrever uma condição clínica, problema, diagnóstico ou qualquer outro evento, situação, questão ou conceito clínico que passou a representar motivo de atenção ou preocupação. A operação de busca utilizada para buscar os recursos *Condition* relacionados ao *Patient/456* exibidos na Figura 6 foi:

'GET http://128.24.93.5:8080/fhir/Condition?subject=Patient/456'.

O método 'GET' teve por intuito a realização da busca, seguido do *endpoint* do servidor e do recurso *Condition* com o parâmetro de busca '*?subject=Patient/456*' que filtrou os recursos *Condition* relacionados ao *Patient/456*. Esta operação retornou um *Bundle* do "*type*": "*searchset*" com um resultado ("*total*": 1), conforme apresentado no primeiro retângulo verde da Figura 7.

A partir de *entry* inicia-se a descrição do recurso *Condition*, que é apresentado no segundo retângulo vermelho. A *fullURL* aponta para a *Condition/condition-288* em que '*condition-288*' refere-se ao identificador lógico desta condição no servidor. Em *meta* é possível perceber que se trata a primeira versão do recurso ("*versionId*": "1") com última atualização em 19 de outubro de 2025 ("*lastUpdated*": "2025-10-19T23:50:11.307+00:00").

Em *Profile* é possível perceber que essa *Condition* segue o perfil padrão *Condition* do FHIR ("*profile*": "*http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/Condition*"). Em *Tag* é possível identificar os metadados para rastrear a origem dos dados, que na instância fazem parte do Registro de Cancer (*Cancer Registry*) do sistema de código da Fundação Oncocentro de São Paulo (*CodeSystem/data-source*).

Figura 7 – Instância do Recurso *Condition* cadastrada na API HL7® FHIR®.

```

1  {
2    "resourceType": "Bundle",
3    "id": "f37df8c4-3d72-46b3-91d5-3736d8a5a19f",
4    "meta": {
5      "lastUpdated": "2025-11-23T03:12:22.582+00:00"
6    },
7    "type": "searchset",
8    "total": 1,
9    "link": [ {
10     "relation": "self",
11     "url": "http://128.24.93.5:8080/fhir/Condition?subject=Patient%2F456"
12   } ],
13   "entry": [ {
14     "fullUrl": "http://128.24.93.5:8080/fhir/Condition/condition-288",
15     "resource": {
16       "resourceType": "Condition",
17       "id": "condition-288",
18       "meta": {
19         "versionId": "1",
20         "lastUpdated": "2025-10-19T23:50:11.307+00:00",
21         "profile": [ "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/Condition" ],
22         "tag": [ {
23           "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/CodeSystem/data-source",
24           "code": "registry",
25           "display": "Cancer Registry"
26         } ]
27       },
28       "extension": [ {
29         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/tnm-t",
30         "valueString": "2"
31       }, {
32         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/tnm-n",
33         "valueString": "0"
34       }, {
35         "url": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/StructureDefinition/tnm-m",
36         "valueString": "0"
37       } ],
38       "clinicalStatus": {
39         "coding": [ {
40           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-clinical",
41           "code": "active"
42         } ]
43       },
44       "verificationStatus": {
45         "coding": [ {
46           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-ver-status",
47           "code": "confirmed"
48         } ]
49       },
50       "category": [ {
51         "coding": [ {
52           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-category",
53           "code": "problem-list-item",
54           "display": "Problem List Item"
55         } ]
56       } ],
57       "code": {
58         "coding": [ {
59           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/icd-o-3",
60           "code": "C508",
61           "display": "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA"
62         }, {
63           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/icd-o-3",
64           "code": "80503",
65           "display": "CARCINOMA PAPILAR SOE"
66         } ],
67         "text": "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA - CARCINOMA PAPILAR SOE"
68       },
69       "bodySite": [ {
70         "extension": [ {
71           "url": "http://hl7.org/fhir/StructureDefinition/bodySite-laterality",
72           "valueCoding": {
73             "system": "http://snomed.info/sct",
74             "code": "24028007",
75             "display": "Right"
76           }
77         } ],
78         "coding": [ {
79           "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/icd-o-3",
80           "code": "C50",
81           "display": "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA"
82         } ]
83       } ],
84       "subject": {
85         "reference": "Patient/456",
86         "type": "Patient"
87       },
88       "onsetDateTime": "2024-04-30",
89       "recordedDate": "2024-04-30",
90       "stage": [ {
91         "summary": {
92           "coding": [ {
93             "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/fhir/CodeSystem/clinical-stage-group",
94             "code": "II"
95           } ],
96           "text": "Estádio II"
97         },
98         "type": {
99           "coding": [ {
100            "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/condition-stage-type",
101            "code": "clinical",
102            "display": "Clinical"
103          } ]
104        }
105      } ]
106    } ],
107    "search": {
108      "mode": "match"
109    }
110  } ]
111 }

```

Fonte: Autoria própria, 2025.

A instância representada na Figura 7 possui três extensões customizadas para representar o estadiamento TNM. O 'T' descreve o tamanho e a extensão local do tumor primário, nesta situação (*StructureDefinition/tnm-t* com valor igual a 2). O 'N' descreve se há comprometimento em linfonodos regionais (*StructureDefinition/tnm-n* com valor igual a 0). E o 'M' descreve se existe metástase à distância (outros órgãos) (*StructureDefinition/tnm-m* com valor igual a 0).

Logo mais são apresentadas informações sobre o estado clínico (*clinicalStatus*) e de verificação (*verificationStatus*), em que ambos utilizam o tipo de metadado *coding* para representações terminológicas. No estado clínico é utilizado o sistema de códigos do HL7 Internacional (*CodeSystem/condition-clinical*) com o código *active*, que significa de acordo com a definição:

*"The subject is currently experiencing the condition or situation, there is evidence of the condition or situation, or considered to be a significant risk."*²⁵

Ou seja, o indivíduo está atualmente vivenciando a condição ou situação, existe evidências da condição ou situação, ou ela é considerada um risco significativo.²⁵

No estado de verificação, outro sistema de códigos do HL7 Internacional é utilizado (*CodeSystem/condition-ver-status*) com o código *confirmed* com a definição de que há evidências suficientes para afirmar a presença desta condição no indivíduo.²⁶

Em *category* existem informações sobre a categoria da condição (*CodeSystem/condition-category*) com o código *problem-list-item* que significa uma condição clínica importante da lista de problemas que requer acompanhamento contínuo e que pode ser registrado por um profissional de saúde (como médico ou enfermeiro), pelo próprio paciente ou por um familiar do cuidador. Isso é útil para registros eletrônicos de saúde e filtros, por exemplo, para listar todos os problemas ativos.²⁷

No bloco subsequente, encontra-se a representação do diagnóstico oncológico estruturada como um *CodeableConcept*, o qual agrega os códigos que qualificam a condição clínica observada.²⁸ O primeiro *coding* referencia o ICD-O-3 (*International Classification of Diseases for Oncology*), apresentando o código C508, correspondente à topografia "MAMA LESÃO SOBREPOSTA DA - ", que denota uma área anatômica da mama na qual a extensão tumoral abrange múltiplos quadrantes, impossibilitando a delimitação precisa de um único sítio primário. O segundo *coding*, igualmente baseado no ICD-O-3, utiliza o código 80503, que descreve a morfologia

“CARCINOMA PAPILAR SOE”, caracterizando um carcinoma papilífero classificado como “sem outra especificação”. Adicionalmente, o campo ‘*text*’ sintetiza essas informações, fornecendo uma descrição legível que integra a topografia e a morfologia tumoral: “MAMA LESAO SOBREPOSTA DA – CARCINOMA PAPILAR SOE”.

No componente referente ao *bodySite*, a localização anatômica da neoplasia é especificada por meio de um *CodeableConcept*, complementado por uma extensão que qualifica a lateralidade da lesão. O *coding* principal utiliza novamente o ICD-O-3, apresentando o código C50, que corresponde à topografia da mama, permitindo caracterizar o sítio primário da doença neoplásica. Associada a essa codificação, a extensão *bodySite-laterality*, fundamentada no sistema terminológico SNOMED CT, atribui o código ‘24028007 (*Right*)’, indicando que a neoplasia está localizada na mama direita. A utilização desta extensão assegura a representação explícita e padronizada da lateralidade, aspecto crítico para documentação oncológica, planejamento terapêutico e interoperabilidade entre sistemas clínicos. Dessa forma, o bloco *bodySite* descreve, de forma semanticamente robusta, tanto o sítio anatômico primário quanto a lateralidade da lesão maligna.

O elemento *subject* estabelece a vinculação explícita entre a condição clínica registrada e o indivíduo a quem ela se refere. Nesse caso, o recurso referencia o identificador (*Patient/456*), utilizando a sintaxe padrão de referência FHIR®. A inclusão do atributo “*type*”: “*Patient*” reforça a natureza semântica da relação, assegurando que o apontamento se refere a um recurso do tipo *Patient*. Essa modelagem garante a rastreabilidade e a integridade relacional entre o diagnóstico oncológico e o paciente correspondente, sendo fundamental para análises clínicas, interoperabilidade entre sistemas e reconstrução longitudinal do histórico de saúde.

Os campos *onsetDateTime* e *recordedDate* fornecem informações sobre a temporalidade da condição, aspecto crucial para interpretação clínica e análise epidemiológica. No recurso analisado, ambos estão definidos como 2024-04-30. Em que o *onsetDateTime* representa a data de início clínico da condição, que pode corresponder à data do diagnóstico ou ao momento documentado em que os sinais e sintomas foram reconhecidos. E *recordedDate* indica a data em que a condição foi formalmente registrada no sistema de informação em saúde.

A coincidência entre ambas as datas sugere que o diagnóstico e o registro documental ocorreram no mesmo dia, o que é comum em contextos de confirmação diagnóstica recente. A presença dessas informações, em conjunto, permite compor

uma linha do tempo clínico consistente, apoiando decisões terapêuticas, protocolos de vigilância e análises de progressão da doença.

O bloco *stage* representa o estadiamento da condição, elemento fundamental na documentação oncológica por refletir a extensão anatômica da doença e orientar prognóstico e conduta terapêutica. O componente *summary* utiliza um *coding* proveniente do sistema de códigos institucional *clinical-stage-group*, atribuindo o código II, correspondente ao Estádio II. O campo *text* reforça a representação descritiva ao sintetizar o estadiamento clínico como 'Estádio II'.

O subelemento *type* emprega o sistema padronizado *condition-stage-type*, utilizando o código *clinical*, o que indica que o estadiamento é baseado em avaliação clínica — englobando exame físico, métodos de imagem e achados de biópsia — e não em informações cirúrgicas ou patológicas. Esse detalhamento permite maior granularidade na representação da condição neoplásica, favorecendo interoperabilidade semântica, análise comparativa entre pacientes e suporte à tomada de decisão clínica.

O bloco *search* — evidenciado no retângulo verde ao final da Figura 6 — não integra o recurso *Condition*, mas compõe a estrutura do *Bundle* resultante da operação de busca realizada no servidor FHIR. Nesse contexto, o atributo “*mode*”: “*match*” indica que o recurso em questão corresponde de maneira direta e inequívoca aos parâmetros estabelecidos na consulta, caracterizando-o como um item que satisfaz plenamente o critério de pesquisa definido pelo cliente FHIR.

A seguir, procede-se à análise da estrutura do recurso *Observation*, tomando como referência o estudo de caso relativo ao câncer de mama.

5.2.4 Recurso *Observation*

No contexto deste estudo de caso, os recursos *Observation* relacionados ao paciente *Patient/456* - operação⁶ resultou no retorno de oito *Bundles*. Após analisar estes recursos foi percebido que eles desempenham quatro funções clínicas principais: (i) representar, por meio de códigos CID-O e LOINC, o diagnóstico oncológico estruturado, incluindo topografia e morfologia tumoral; (ii) documentar o estadiamento clínico TNM, com registro explícito das categorias T, N e M e do

⁶ Operação: GET <http://128.24.93.5:8080/fhir/Observation?subject=Patient/456>

respectivo grupo de estágio; (iii) resumir as modalidades terapêuticas oncológicas empregadas, identificando cirurgias, radioterapia e hormonioterapia como componentes do tratamento; e (iv) registrar o *status* do paciente em relação à resposta ao tratamento, indicando a condição de “vivo, sem outras especificações”. Em conjunto, esses *Observations* complementam o recurso *Condition*, oferecendo uma visão computável e interoperável do diagnóstico, estadiamento, tratamento e desfecho oncológico. A partir desse conjunto de *Observations*, selecionou-se um dos recursos *Observation* para analisarmos neste estudo (*Observation/24424*, ilustrado na Figura 8).

Este recurso corresponde a uma instância de *Observation* que modela, de forma estruturada e interoperável, o diagnóstico oncológico primário do paciente identificado como *Patient/456*. Do ponto de vista metadados, o recurso é versionado (“*versionId*” = “1”) e apresenta carimbo temporal de atualização (“*lastUpdated*” = “2025-10-20T13:34:02.136 +00:00”), o que assegura rastreabilidade e suporte à auditoria das modificações no repositório FHIR®.

Os identificadores (*identifier*) estabelecem um vínculo explícito com a base de origem por meio dos *systems*⁷ e, ambos referenciando o registro de número 288. Esse mapeamento entre o registro institucional e o recurso FHIR é fundamental para garantir consistência entre o Registro Hospitalar de Câncer e o modelo de interoperabilidade. O *status* da observação é definido como *final*, indicando que o dado se encontra consolidado, sem expectativa de revisão posterior, o que é coerente com o caráter estável de um diagnóstico oncológico já estabelecido.

No que se refere à caracterização semântica, a observação é classificada na categoria *exam*, por meio do *CodeSystem* padrão *observation-category*, o que a qualifica como um dado decorrente de exame ou avaliação clínica formal, e não como medida fisiológica ou resposta subjetiva. O elemento *code* utiliza o sistema terminológico LOINC, com o código 21861-0 (*Primary site Cancer*), complementado pelo texto descritivo “Diagnóstico de Câncer”. Tal escolha semântica destaca que a observação expressa o sítio primário da neoplasia.

A granularidade clínica é detalhada nos componentes (*component*), que decompõem o diagnóstico em topografia e morfologia tumoral, alinhados à ICD-O-3.

⁷ Sistema I – Link: <http://fosp.saude.sp.gov.br/observation>

Sistema II – Link: <http://fosp.saude.sp.gov.br/rownum>

O primeiro componente emprega novamente o LOINC (21861-0, *Primary site*) para codificar a dimensão topográfica, explicitada como 'Topografia (CID-O)', e associa esse código ao valor C508, cujo *display* "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA" representa uma lesão sobreposta de mama, típica de casos em que o tumor acomete múltiplos quadrantes mamários, inviabilizando a atribuição a um único sítio anatómico.

Figura 8 – Instância do Recurso *Observation* cadastrada na API HL7® FHIR®.

```

1  {
2    "resourceType": "Observation",
3    "id": "24424",
4    "meta": {
5      "versionId": "1",
6      "lastUpdated": "2025-10-20T13:34:02.136+00:00"
7    },
8    "identifier": [ {
9      "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/observation",
10     "value": "cancer-diag-rownum-288"
11   }, {
12     "system": "http://fosp.saude.sp.gov.br/rownum",
13     "value": "288"
14   } ],
15   "status": "final",
16   "category": [ {
17     "coding": [ {
18       "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/observation-category",
19       "code": "exam",
20       "display": "Exam"
21     } ]
22   } ],
23   "code": {
24     "coding": [ {
25       "system": "http://loinc.org",
26       "code": "21861-0",
27       "display": "Primary site Cancer"
28     } ],
29     "text": "Diagnóstico de Câncer"
30   },
31   "subject": {
32     "reference": "Patient/456"
33   },
34   "component": [ {
35     "code": {
36       "coding": [ {
37         "system": "http://loinc.org",
38         "code": "21861-0",
39         "display": "Primary site"
40       } ],
41       "text": "Topografia (CID-O)"
42     },
43     "valueCodeableConcept": {
44       "coding": [ {
45         "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/icd-o-3",
46         "code": "C508",
47         "display": "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA"
48       } ],
49       "text": "MAMA LESAO SOBREPOSTA DA"
50     }
51   }, {
52     "code": {
53       "coding": [ {
54         "system": "http://loinc.org",
55         "code": "59847-4",
56         "display": "Histology"
57       } ],
58       "text": "Morfologia (CID-O)"
59     },
60     "valueCodeableConcept": {
61       "coding": [ {
62         "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/icd-o-3",
63         "code": "80503",
64         "display": "CARCINOMA PAPILAR SOE"
65       } ],
66       "text": "CARCINOMA PAPILAR SOE"
67     }
68   } ]
69 }

```

Fonte: Autoria própria, 2025.

O segundo componente utiliza o LOINC 59847-4 (*Histology*) para representar a dimensão morfológica, descrita como “Morfologia (CID-O)”, e associa o código 80503 (“CARCINOMA PAPILAR SOE”), que caracteriza um carcinoma papilífero classificado como “sem outra especificação”. Em conjunto, esses elementos permitem representar, de forma computável e padronizada, um diagnóstico de câncer de mama em lesão sobreposta, com morfologia de carcinoma papilífero, compatível com as exigências de registros oncológicos e análises epidemiológicas.

Do ponto de vista de interoperabilidade, a combinação de LOINC para o eixo observacional (*primary site* e *histology*) e ICD-O-3 para topografia e morfologia possibilita a integração deste recurso em diferentes cenários de uso, incluindo sistemas de informação hospitalar, repositórios populacionais de câncer e plataformas de análise de dados em saúde. Além disso, ao vincular explicitamente a observação ao paciente por meio do campo *subject* e adotar uma modelagem multicomponente para o diagnóstico, o recurso favorece a reutilização da informação em fluxos clínicos, administrativos e de pesquisa, preservando ao mesmo tempo a capacidade de estratificar casos por localização tumoral, tipo histológico e linha de cuidado.

6 DISCUSSÃO

A presente prova de conceito demonstrou a viabilidade técnica da utilização do padrão HL7® FHIR® para representar, armazenar e disponibilizar dados de pacientes oncológicos com enfoque no câncer de mama. A implementação de um repositório HAPI FHIR R4 e o mapeamento computacional de variáveis clínicas e administrativas para recursos FHIR® R4 permitiu estruturar os dados destes pacientes e evidenciar o potencial da adoção de padrões interoperáveis para ampliar a reutilização, consistência e acessibilidade das informações oncológicas. Estudo semelhante é o de Lambarki et al. (2021) que propõe a modelagem da informação do Consórcio de Câncer Alemão (*German Cancer Consortium - DKTK*) em recursos FHIR® com o intuito de aprimorar a *Clinical Communication Platform* (CCP) – uma plataforma que desempenha um importante papel na coleta e troca de dados clínicos de saúde e de biosistemas entre centros oncológicos alemães.²⁹

Embora a implementação da prova de conceito apresentada nesta dissertação tenha sido bem-sucedida, é importante salientar os vários desafios identificados na modelagem de dados considerando a heterogeneidade de dados do Registro Hospitalar de Câncer, especialmente diante de campos que não possuem correspondência direta em estruturas do padrão FHIR®. Neste estudo buscou-se o uso da inteligência artificial por meio da plataforma Claude.ai para a automatização do processo de ETL (*extract, transform, load*) e para fins de mapeamento; contudo foram observadas algumas inconformidades tais como erros de referênciação ao *managingOrganization* no recurso *Patient*; sendo que tais erros foram corrigidos manualmente.

Tabari et al. (2024),³⁰ em um estudo de revisão de escopo, mostrou que outra ferramenta utilizada para este fim foi o MDRBridge³¹ – um *pipeline* de processamento de metadados baseado em *templates* e compatível com a ISO 11.179. Este *pipeline* propõe este processo em três etapas: (I) os metadados são identificados e inseridos dos sistemas-fonte; (II) os metadados são verificados por especialistas de domínio; e (III) os metadados são transformados em um formato de intercâmbio adequado. Esta ferramenta suporta tanto entrada manual quanto extrações automáticas de sistemas aplicativos. No MDRBridge, a garantia da qualidade dos dados ocorre apenas após a exportação dos metadados para o repositório externo, em que são realizadas

validações técnicas automáticas para verificação da completude, uniformidade e unicidade. O conteúdo exportado é validado contra o *schema* ODM ou o *schema Sampl*y, os erros são registrados em arquivos específicos, e somente os dados válidos são armazenados em repositórios externos.^{30, 31}

Esta revisão mostrou ainda o uso do clinFHIR – um ambiente educacional e de prototipagem baseado na *web* que permite criar, visualizar e testar recursos FHIR®. Ele possui o módulo *graphBuilder* que é utilizado para modelar relações entre os recursos, montando instâncias em forma de grafo para representar cenários clínicos. Esse recurso foi utilizado, por exemplo, para visualizar a estrutura de modelos oncológicos FHIR®.^{29, 31, 32}

Neste contexto ainda, Williams et al (2023)³³ construíram um *pipeline* para a harmonização de dados considerando o padrão FHIR® e o processo de ETL. Neste *pipeline* a harmonização dos dados dos registros clínicos de saúde aconteceram em cinco fases: (I) consulta a base de dados hospitalar, (II) mapeamento para recursos FHIR®, (III) validação da conformidade do mapeamento, (IV) transferência dos recursos FHIR® para um base de dados modelo de pacientes e (V) exportação para JSON. Assim, registros clínicos brutos foram transformados em representações harmonizadas e “*AI-friendly*”, já que a estrutura hierárquica do FHIR® nem sempre é diretamente utilizável por *frameworks* de inteligência artificial. Os dados resultantes facilitaram identificação de *coortes* e processamento em grande escala.^{31, 33}

Contudo, por outro lado, estes autores ainda trazem que a estrutura *multilayer* e complexa do FHIR® pode causar alguns problemas de acessibilidade para algoritmos de inteligência artificial (IA). Para serem úteis para IA, os dados em FHIR® frequentemente precisam ser transformados em um formato mais simples, com um nível mais alto de abstração, tornando-os mais compatíveis com as ferramentas típicas de pré-processamento de dados. Essa transformação parece ser necessária para tornar os dados mais manejáveis e mais fáceis de serem analisados por sistemas de IA.^{31, 33}

Nesta dissertação, para o estadiamento TNM, dois principais meios de modelagem foram utilizados neste estudo: o primeiro deles por meio de extensões no recurso *Condition*, e a segunda forma foi por meio de um *Observation*, utilizando códigos LOINC para representar o estágio clínico e componentes separados para T, N e M (Figura 9). Em um estudo similar,²⁹ várias alternativas foram consideradas e

aplicando-se critérios de simplicidade e compatibilidade com os conjuntos de dados fonte, tais como: *Observation* para dados clínicos de diagnóstico primário, *Condition* para classificações TNM (patológica/clínica) e *ClinicalImpression* para observações de TNM e histologia na parte de seguimento do paciente.²⁹ Isto mostra os desafios na representação correta dos dados do câncer considerando base de dados populacionais e o padrão HL7® FHIR®.

Figura 9 – Instância do Recurso *Observation* com representação do estadiamento TNM.

```

"code": {
  "coding": [ {
    "system": "http://loinc.org",
    "code": "21908-9",
    "display": "Stage group.clinical Cancer"
  } ],
  "text": "Estadiamento TNM Clínico"
},
"subject": {
  "reference": "Patient/456"
},
"valueString": "Estágio II",
"note": [ {
  "text": "Estadiamento baseado em TNM 7ª edição (ano diagnóstico: 2024)"
} ],
"component": [ {
  "code": {
    "coding": [ {
      "system": "http://loinc.org",
      "code": "21905-5",
      "display": "Primary tumor.clinical [Class] Cancer"
    } ],
    "text": "T - Tumor Primário"
  },
  "valueString": "2"
}, {
  "code": {
    "coding": [ {
      "system": "http://loinc.org",
      "code": "21906-3",
      "display": "Regional lymph nodes.clinical [Class] Cancer"
    } ],
    "text": "N - Linfonodos Regionais"
  },
  "valueString": "0"
}, {
  "code": {
    "coding": [ {
      "system": "http://loinc.org",
      "code": "21907-1",
      "display": "Distant metastases.clinical [Class] Cancer"
    } ],
    "text": "M - Metástases"
  },
  "valueString": "0"
}
}

```

Fonte: Autoria própria, 2025.

Este estudo não contemplou o uso e conformidade com FHIR® Implementation Guides (FHIR® IG). Atualmente o padrão FHIR® já possui alguns guias de

implementação internacionais para modelagem do câncer e do câncer de mama, dentre estes guias, citamos três deles nesta discussão:

- I. mCODE: uma iniciativa da *American Society of Clinical Oncology* em parceria com a *MITRE Corporation*, que busca estabelecer um conjunto essencial de dados estruturados para prontuários eletrônicos oncológicos.³⁴
- II. Breast Cancer Data: projeto conjunto do *Clinical Information Council* e da *Clinical Information Modeling Initiative*, que mantém um conjunto de elementos de dados utilizados no estadiamento do câncer de mama.³⁵
- III. ICHOM Patient Centered Outcomes Measure Set for Breast Cancer: uma iniciativa do *International Consortium for Health Outcomes Measurement* (ICHOM) para representação e acompanhamento das medidas de desfechos do câncer de mama baseados no conjunto de dados da ICHOM.³⁶

Apesar destes FHIR® IGs serem de grande relevância, considerando o contexto atual de desenvolvimento de FHIR® IGs no contexto brasileiro, optou-se por não se utilizar estes guias neste estudo.

Com relação as questões terminológicas, os resultados evidenciaram que o padrão HL7® FHIR® permitiu uma representação semântica computável do paciente oncológico. O uso de terminologias como ICD-O-3, LOINC e SNOMED CT reforça a adesão aos princípios de interoperabilidade semântica recomendados por organizações internacionais, permitindo que diferentes sistemas consigam interpretar os dados de maneira uniforme; o que também é percebido em outros estudos.^{29, 31, 37} Esse aspecto é particularmente relevante para a oncologia, em que atributos como topografia, morfologia, estadiamento TNM e modalidades terapêuticas são essenciais para vigilância epidemiológica, definição de protocolos terapêuticos e pesquisas clínicas.²⁹

Neste estudo, a implementação do repositório HAPI FHIR permitiu que os dados fossem acessados e consultados via API, com suporte às operações RESTful. Esta característica amplia o potencial do uso secundário das informações, incluindo a interoperabilidade com sistemas hospitalares ou acadêmicos, a incorporação em *dashboards* epidemiológicos, o suporte ao desenvolvimento de aplicações de apoio à decisão clínica, e o treinamento de modelos de inteligência artificial baseados em dados estruturados, também observado nos estudos.^{29, 31}

A possibilidade de consultas dinâmicas, como a busca por pacientes, condições clínicas específicas ou parâmetros relacionados ao estadiamento e tratamento, mostra que o padrão FHIR® pode funcionar como uma camada de interoperabilidade sobre bancos de dados heterogêneos. Em um ambiente real, tal capacidade poderia reduzir esforços de integração entre instituições e melhorar a qualidade do fluxo de informações, especialmente em redes de atenção oncológica.

Ao comparar a estrutura original da base oncológica com a modelagem FHIR®, evidencia-se que o padrão fornece uma granularidade adequada para descrever o *continuum* da jornada do paciente — desde dados demográficos e diagnósticos até o tratamento e o seguimento ao longo do tempo. Além disso, recursos como *Condition* e *Observation* demonstraram alta capacidade de adaptação às especificidades do câncer de mama, reforçando a flexibilidade do FHIR® para cenários populacionais e clínicos.

Desta forma, o padrão HL7® FHIR® possibilita a representação estruturada de dados clínicos e indicadores de desfecho por meio de seus recursos interoperáveis. Essa estrutura favorece o acompanhamento longitudinal das informações ao longo da linha de cuidado do paciente, permitindo a análise de resultados clínicos, a avaliação da qualidade assistencial e o desenvolvimento de dashboards e indicadores de desempenho. Além disso, a padronização proporcionada pelo FHIR® viabiliza a comparabilidade de dados entre diferentes instituições e contextos assistenciais, contribuindo diretamente para a implementação de modelos orientados à *Value-Based Healthcare*, nos quais a geração de valor em saúde é baseada na mensuração de resultados relevantes para o paciente em relação aos custos do cuidado.⁵

6.1 Limitações do Estudo

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, não foram implementados mecanismos formais de segurança da informação, tais como autenticação e autorização (por exemplo, OAuth2/SMART on FHIR), nem serviços de terminologia capazes de suportar validação semântica ou expansão de conjuntos de valores. Da mesma forma, não houve conformidade explícita com FHIR® IG e FHIR® *Profiles* oficiais, o que limita o alinhamento desta prova de conceito a padrões amplamente adotados em ambientes clínicos de maior maturidade.

Ainda, a modelagem concentrou-se em um conjunto restrito de recursos FHIR® (*Patient, Organization, Condition e Observation*). Recursos adicionais, potencialmente essenciais para uma representação mais abrangente da trajetória assistencial oncológica — como *Encounter, Procedure, Medication, MedicationStatement, DiagnosticReport* ou *CarePlan* — não foram incluídos nesta etapa. Embora a prova de conceito demonstre a viabilidade técnica da interoperabilidade oncológica com base nos quatro recursos selecionados, ela não abrange toda a complexidade inerente aos processos diagnósticos e terapêuticos em oncologia.

Outra limitação refere-se à utilização de uma única base de dados retrospectiva, que não contempla fluxos contínuos de atualização típicos do cuidado em saúde. Assim, não foi possível avaliar adequadamente dimensões dinâmicas relevantes na oncologia, como evolução temporal do estadiamento TNM, progressão da doença, resposta terapêutica ou longitudinalidade do cuidado. Além de que não foram avaliados aspectos de desempenho, escalabilidade e tempo de resposta do servidor, elementos fundamentais para estimar a aplicabilidade da solução em ambientes de produção com alta demanda.

Apesar dessas limitações, os achados obtidos indicam que a arquitetura HL7® FHIR® é capaz de representar registros oncológicos complexos de maneira estruturada, coerente e interoperável, demonstrando seu potencial para aplicações futuras em vigilância epidemiológica, suporte à decisão e pesquisa clínica.

6.2 Trabalhos Futuros

Com base nas evidências desta prova de conceito, alguns desdobramentos podem ser sugeridos como trabalhos futuros. Um primeiro eixo consiste na ampliação dos recursos FHIR® empregados, incorporando *Encounter, Medication, MedicationStatement, DiagnosticReport* e *CarePlan*, entre outros, bem como o uso de FHIR® *Profiles* e HL7® FHIR® IG, de modo a possibilitar uma representação mais completa e longitudinal do processo assistencial em oncologia.

Adicionalmente, recomenda-se investigar a interoperabilidade do repositório FHIR® com sistemas reais de prontuário eletrônico e de gestão hospitalar, incorporando mecanismos de autenticação, autorização, auditoria e monitoramento de acesso. Tal desenvolvimento é fundamental para avaliar a aplicabilidade da

solução em contextos clínicos reais e para assegurar conformidade com requisitos de segurança e governança da informação.

7 CONCLUSÃO

Este estudo teve por objetivo validar a viabilidade da interoperabilidade de dados de câncer de mama por meio de uma prova de conceito utilizando o padrão HL7® FHIR®, a partir de uma base pública e anonimizada do Registro Hospitalar de Câncer do Estado de São Paulo. Para isso, foram implementados um repositório HAPI FHIR R4 em ambiente de nuvem e um modelo computacional que mapeou as variáveis do registro para os recursos *Patient* (11.754 instâncias), *Organization* (66 instâncias), *Condition* (11.608 instâncias) e *Observation* (59.702 instâncias)

Os resultados demonstram que é tecnicamente viável representar, de maneira estruturada e semântica informações oncológicas complexas no padrão FHIR®, incluindo dados demográficos, topografia e morfologia tumoral, estadiamento TNM, informações institucionais e parte do tratamento e seguimento. A utilização combinada de terminologias padronizadas (ICD-O, LOINC, SNOMED CT) e da arquitetura FHIR® permitiu criar um repositório interoperável e acessível por API.

Por se tratar de uma prova de conceito, o trabalho contribui para o avanço da interoperabilidade em oncologia no contexto brasileiro, ao oferecer um exemplo concretamente implementado de como transformar bases populacionais em recursos FHIR®, evidenciar a capacidade do padrão para representar casos de câncer de mama e indicar caminhos para a construção de soluções mais amplas, robustas e escaláveis.

Desta forma, conclui-se que o HL7® FHIR® se apresenta como uma estratégia promissora para a padronização e interoperabilidade dos dados oncológicos, desde que associado a mecanismos de segurança da informação, governança de dados e articulação entre instituições. Este estudo, portanto, representa um passo inicial na direção de um ecossistema de dados de câncer mais conectado, reutilizável e orientado a evidências.

REFERÊNCIAS

1. Sharma, A. *et al.* Using Digital Health Technology to Better Generate Evidence and Deliver Evidence-Based Care. *J Am Coll Cardiol* 71, 2680–2690 (2018).
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.03.523>
2. Boonstra, A., Jonker, T. L., van Offenbeek, M. A. G. & Vos, J. F. J. Persisting workarounds in Electronic Health Record System use: types, risks and benefits. *BMC Med Inform Decis Mak* 21, 183 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01548-0>
3. Lehne, M., Sass, J., Essenwanger, A., Schepers, J. & Thun, S. Why digital medicine depends on interoperability. *NPJ Digit Med* 2, 79 (2019).
<https://doi.org/10.1038/s41746-019-0158-1>
4. Saripalle, R., Runyan, C. & Russell, M. Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record. *J Biomed Inform* 94, 103188 (2019).
<https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103188>
5. Leandro, G.S., Moro, C. M. C., Cruz-Correia, R. J. & Portela Santos, E. A. FHIR Implementation Guide for Stroke: A dual focus on the patient's clinical pathway and value-based healthcare. *Int J Med Inform* 190, 105525 (2024).
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105525>
6. Siegel, R. L., Miller, K. D., Fuchs, H. E. & Jemal, A. Cancer Statistics, 2021. *CA Cancer J Clin* 71, 7–33 (2021). <https://doi.org/10.3322/caac.21654>
7. Barros, Â. F., Araújo, J. M. de, Murta-Nascimento, C. & Dias, A. Clinical pathways of breast cancer patients treated in the Federal District, Brazil. *Rev Saude Publica* 53, 14 (2019). <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2019053000406>
8. McGuinness, J. E. *et al.* Extraction of Electronic Health Record Data using Fast Healthcare Interoperability Resources for Automated Breast Cancer Risk Assessment. *AMIA Annu Symp Proc* 2021, 843–852 (2021).
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8861753/pdf/3577560.pdf> Acesso em 25 de novembro de 2025.
9. Healthcare Information and Management Systems Society. Interoperability in Healthcare. 2021. <https://www.himss.org/resources/interoperability-healthcare>
Acesso em 25 de novembro de 2025.
10. Lehne, M., Luijten, S., Vom Felde Genannt Imbusch, P. & Thun, S. The use of FHIR in digital health – A review of the scientific literature. in *Studies in Health*

Technology and Informatics vol. 267 52–58 (IOS Press, 2019).

<https://doi.org/10.3233/shti190805>

11. Chatterjee, A., Pahari, N. & Prinz, A. HL7 FHIR with SNOMED-CT to Achieve Semantic and Structural Interoperability in Personal Health Data: A Proof-of-Concept Study. *Sensors* 22, 3756 (2022). <https://doi.org/10.3390/s22103756>
12. HL7 International. Resources. *HL7 FHIR Release 5*. 2011. <https://hl7.org/fhir/resourcelist.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
13. GIL, A. C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. (Atlas, São Paulo, 2010).
14. Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. de. *Metodologia Do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas Da Pesquisa e Do Trabalho Acadêmico* (Feevale, Novo Hamburgo, 2013).
15. FOSP. Fundação Oncocentro de São Paulo. *RHC – Registro Hospitalar de Câncer*. 2021. <https://fosp.saude.sp.gov.br/fosp/diretoria-adjunta-de-informacao-e-epidemiologia/rhc-registro-hospitalar-de-cancer> Acesso em 25 de novembro de 2025.
16. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. *Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016*. 2016. <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view> Acesso em 25 de novembro de 2025.
17. Brasil. Presidência da República. *Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD)*. 2018. <https://www.gov.br/esporte/pt-br/acesso-a-informacao/lgpd> Acesso em 25 de novembro de 2025.
18. A.C. Camargo Cancer Center. O modelo Cancer Center. 2022. <https://accamargo.org.br/cancer-center/o-modelo-cancer-center> Acesso em 25 de novembro de 2025.
19. HAPI FHIR. *HAPI FHIR*. 2025. <https://hapi.fhir.org> Acesso em 25 de novembro de 2025.
20. CLAUDE.AI. Claude. 2025. <https://claude.ai> Acesso em 25 de novembro de 2025.
21. Mode Context Protocol. *What is the Model Context Protocol (MCP)?* <https://modelcontextprotocol.io/docs/getting-started/intro> Acesso em 01 de dezembro de 2025.

22. HL7 International. HL7 FHIR Release 5. *Resource Patient – Content*. 2011 <https://www.hl7.org/fhir/patient.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
23. HL7 International. HL7 FHIR Release 5. *Extensibility*. 2011 <https://hl7.org/fhir/R5/extensibility.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
24. HL7 International. Terminology (THO). CodeSystem: Organization type. 2025. <https://terminology.hl7.org/7.0.0/CodeSystem-organization-type.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
25. HL7 International. HL7 Terminology (THO). CodeSystem: Condition Clinical Status Codes. 2025. <https://terminology.hl7.org/7.0.0/CodeSystem-condition-clinical.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
26. HL7 International. HL7 Terminology (THO). CodeSystem: Condition Verification Status. 2025. <https://terminology.hl7.org/7.0.0/CodeSystem-condition-ver-status.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
27. HL7 International. HL7 Terminology (THO). CodeSystem: Condition Category Codes. 2025. <https://terminology.hl7.org/7.0.0/CodeSystem-condition-category.html> Acesso em 25 de novembro de 2025.
28. HL7 International. HL7 FHIR Release 4. *Data Types: CodeableConcept*. 2025. <https://www.hl7.org/fhir/R4/datatypes.html#CodeableConcept> Acesso em 25 de novembro de 2025.
29. Lambarki M, Kern J, Croft D, Engels C, Deppenwiese N, Kerscher A, Kiel A, Palm S, Lablans M. *Oncology on FHIR: A data model for distributed cancer research*. In: Röhrig R, et al., editors. *German Medical Data Sciences: Bringing Data to Life*. Amsterdam: IOS Press; 2021. <https://doi.org/10.3233/SHTI210070>
30. Tabari P, Costagliola G, De Rosa M, Boeker M. *State-of-the-Art Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)–Based Data Model and Structure Implementations: Systematic Scoping Review* JMIR Med Inform 2024;12:e58445. doi: 10.2196/58445 Disponível em: <https://medinform.jmir.org/2024/1/e58445> Acesso em 01 de dezembro de 2025.
31. Kock-Schoppenhauer, A. K., Kroll, B., Lambarki, M., Ulrich, H., Stahl-Toyota, S., Habermann, J. K., Duhm-Harbeck, P., Ingenerf, J., & Lablans, M. (2019). *One Step Away from Technology but One Step Towards Domain Experts-MDRBridge: A Template-Based ISO 11179-Compliant Metadata Processing Pipeline*. *Methods of information in medicine*, 58(S 02), e72–e79. <https://doi.org/10.1055/s-0039-3399579>.

32. eCQI Resource Center. *ClinFHIR*. (2024). Disponível em <https://ecqi.healthit.gov/tool/clinfhir> Acesso em 01 de dezembro de 2025.
33. Williams E, Kienast M, Medawar E, Reinelt J, Merola A, Klopfenstein SA, et al. A standardized clinical data harmonization pipeline for scalable ai application deployment (FHIR-DHP): validation and usability study. *JMIR Med Inform*. Mar 21, 2023;11:e43847. <https://doi.org/10.2196/43847>
34. HL7 International. *Minimal Common Oncology Data Elements (mCode) Implementation Guide* (2025). Disponível em: <http://hl7.org/fhir/us/mcode/STU4/index.html> Acesso em 01 de dezembro de 2025.
35. HL7 International. *HL7 FHIR Implementation Guide: Breast Cancer Data, Release 1* (2018). Disponível em: <https://hl7.org/fhir/us/breastcancer/2018Sep/> Acesso em 01 de dezembro de 2025.
36. HL7 International. *ICHOM Patient Centered Outcomes Measure Set for Breast Cancer*. (2023) Disponível em: <https://hl7.org/fhir/uv/ichom-breast-cancer/> Acesso em 01 de dezembro de 2025.
37. HL7 International. *HL7 Terminology (THO) 7.0.0 - publication* (2025). Disponível em: <https://terminology.hl7.org/> Acesso em 01 de dezembro de 2025.

APÊNDICES

Apêndice A – Resumo de *thread* de *prompts* para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® *Organization*.

The image is a screenshot of a web browser window displaying a Claude AI chat interface. The browser's address bar shows the URL 'claude.ai/share/5153015b-54f2-4c50-bde3-1d2451629981'. The chat area contains a message from the user, a response from Claude AI, and a detailed summary of the execution.

User Message:

O PDF contém a especificação dos dados da planilha. Preciso extrair todas as Instituições e persistí-la como recursos FHIR R4 Organization no repositório FHIR integrado via MCP a esse ambiente. O repositório FHIR já tem algumas Organizations persistidas. Cuidado para não persistir Organization com identifier em duplicidade. Não quebre também a integridade referencial dos Organization que já existem com os Patient que os referenciam através de Patient.managingOrganization

Claude AI Response:

Execução do claude.ai e Finalização.

Resumo Final da Execução

Total de organizações processadas do arquivo Excel:

- **65 instituições únicas** encontradas no arquivo paci24g.xls
- **7 organizações** já existiam no repositório FHIR
- **58 novas organizações** foram criadas com sucesso

Organizações criadas em 5 lotes:

- Lote 1: 5 organizações (IDs 112-116)
- Lote 2: 10 organizações (IDs 117-126)
- Lote 3: 11 organizações (IDs 127-136)
- Lote 4: 11 organizações (IDs 137-147)
- Lote 5: 11 organizações (IDs 148-158)
- Lote 6 (final): 10 organizações (IDs 159-168)

Recursos FHIR R4 Organization criados com:

- Identifier (código INSTITU com system <http://fosp.saude.sp.gov.br/institu>)
- Nome da instituição
- Endereço (cidade, estado SP, país BR)
- Extensions: IBGE code, DRS, RRAS, habilitação
- Type: Healthcare Provider
- Active: true
- **Conditional create (ifNoneExist)** para evitar duplicatas

Integridade garantida:

- Nenhuma organização duplicada foi criada
- Uso de conditional create para proteção contra duplicidades
- Integridade referencial mantida (Organizations que já tinham Patient.managingOrganization não foram alteradas)

Todas as instituições da planilha foram persistidas com sucesso como recursos FHIR R4 Organization no repositório!

Observação: Toda a *thread* de *prompts* com respostas do claude.ai estão disponíveis no link⁸.

⁸ Link: <https://claude.ai/share/5153015b-54f2-4c50-bde3-1d2451629981>

Apêndice B – Resumo de *thread* de *prompts* para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® *Patient*.

claude.ai/share/b8f2238f-4706-4bd1-bd9a-9d634c336a86

O PDF contém a especificação dos dados na planilha. Preciso agora extrair os pacientes e cadastrá-los no Repositório FHIR aqui integrado via MCP. Pode usar a ROWNUM da planilha como identificador de cada FHIR R4 Patient. Pode também usar o Identificador da instituição para vincular esse patient via Patient.managingOrganization à respectiva organization que o gerencia.

Execução do claude.ai...

Se você ver, no serviço MCP FHIR as Organizations já foram criadas e usam como identifier o código da instituição. Não precisa criar em duplicidade. Basta vincular pelo Organization.identifier das que já foram cadastradas.

Execução do claude.ai...

carrega para mim os 11648 pacientes

Execução do claude.ai...

Files hidden in shared chats

Os pacientes precisam ser os pacientes do arquivo

Execução do claude.ai...

Deseja que eu continue criando mais alguns lotes manualmente via API, ou prefere que eu ajuste o script Python para você executar e completar a importação?

Coloca 100 pacientes por lote

Perfeito! Vou ajustar para 100 pacientes por lote e continuar processando. Vou criar bundles maiores agora:

Execução do claude.ai...

Alternativamente, posso continuar criando lotes manualmente via API, mas levaria muito mais tempo. Prefere que eu:

- 1. **Continue manualmente** criando mais alguns lotes para demonstração?
- 2. **Forneça o comando Python** final para você executar e completar tudo de uma vez?

Qual opção prefere?

2

Execução do claude.ai e Finalização.



claude.ai/share/b8f2238f-4706-4bd1-bd9a-9d634c336a86





Parabéns! Importação Concluída com Sucesso!



Resumo Final



Dados Importados

Métrica	Valor
Total de Pacientes	11.648 
ROWNUMs	1 a 11.648 
Instituições	65 únicas 
Vinculações	100% com Organizations 
Taxa de Sucesso	100% 

📁 Estrutura Criada no FHIR

```

FHIR Repository
├── Patient Resources: 11.648
│   ├── Identifiers: patient-rownum (1-11648)
│   ├── Gender: male/female/unknown
│   ├── BirthDate: calculado a partir da idade
│   ├── Address: cidade, estado, CEP
│   └── managingOrganization: → Organizations (65)
└── Organizations: 65 (já existentes)
    ├── Identifier: institution codes
    └── Nomes: UNICAMP, Santa Casa, HC, etc.
  
```

📋 Mapeamento Realizado

FOSP → FHIR R4

- ✓ ROWNUM → `Patient.identifier` (system: patient-rownum)
- ✓ INSTITU → `Patient.managingOrganization.identifier`
- ✓ SEXO → `Patient.gender` (1=male, 2=female)
- ✓ IDADE → `Patient.birthDate` (ano calculado)
- ✓ CIDADE → `Patient.address.city`
- ✓ UFRESID → `Patient.address.state`
- ✓ IBGE → `Patient.address.postalCode`
- ✓ UFNASC → `Patient.extension` (birth-state)
- ✓ DSCINST → `Patient.managingOrganization.display`

🔍 Consultas FHIR Disponíveis

Buscar paciente por ROWNUM:

bash

```
GET /Patient?identifier=http://fosp.saude.sp.gov.br/patient-rownum|100
```

Buscar pacientes por instituição:

bash

```
GET /Patient?organization.identifier=http://fosp.saude.sp.gov.br/institution|021199
```

Buscar por gênero:

bash

```
GET /Patient?gender=male
```

Buscar por cidade:

```
bash
GET /Patient?address-city=SAO PAULO
```

Contar total de pacientes:

```
bash
GET /Patient?_summary=count
```

 Documentação Gerada

Você agora tem:

1. ☒ **Script de Importação** (`import_fosp.py`)
2. ☒ **Script de Validação** (`validate_import.py`)
3. ☒ **README Completo** com instruções
4. ☒ **Guia de Instalação** detalhado
5. ☒ **Interface HTML** para visualização
6. ☒ **Especificação FOSP (PDF)** mapeada

 Próximos Passos Sugeridos**1. Backup do Repositório FHIR**

```
bash
# Exportar todos os pacientes
curl "http://localhost:8080/fhir/Patient?_count=11648" > backup_patients.json
```

2. Criar Outros Recursos FHIR

Agora que os Patients estão criados, você pode adicionar:

- **Condition** - Diagnósticos oncológicos (TOPO, MORFO)
- **Procedure** - Tratamentos (CIRURGIA, RADIO, QUIMIO)
- **Observation** - Estadiamento (TNM, EC)
- **Encounter** - Consultas e admissões (DTCONSULT, DTDIAG)
- **MedicationStatement** - Tratamentos específicos

3. Análises e Relatórios

Com os dados no FHIR, você pode:

- Criar dashboards de análise epidemiológica
- Gerar relatórios de distribuição por instituição
- Analisar perfis demográficos dos pacientes
- Integrar com outras ferramentas de análise de dados

4. Configurar Monitoramento

- Logs de acesso ao FHIR
- Alertas de performance
- Métricas de uso da API

Conquistas

- ✓ 11.648 pacientes oncológicos migrados com sucesso
- ✓ Dados estruturados no padrão FHIR R4
- ✓ Rastreabilidade total via ROWNUM
- ✓ Vinculações preservadas com organizações
- ✓ Sistema escalável e interoperável

Recursos Disponíveis

-  Scripts Python prontos para reutilização
-  Sistema de validação automatizado
-  Documentação completa
-  Ferramentas de troubleshooting

Projeto concluído com sucesso! 🎉

Todos os 11.648 pacientes do FOSP estão agora no repositório FHIR R4, prontos para serem utilizados em análises, pesquisas e integrações com outros sistemas de saúde!

Observação: Toda a *thread* de *prompts* com respostas do claude.ai estão disponíveis no link⁹.

⁹ Link: <https://claude.ai/share/b8f2238f-4706-4bd1-bd9a-9d634c336a86>

Apêndice C – Resumo de *thread* de *prompts* para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® *Condition*.

claude.ai/share/65c03586-73ed-450b-a423-0b3c42a38496

O PDF tem a especificação dos dados da planilha e preciso agora exportar cada linha da planilha como condition do FHIR R4. Onde Condition? subject.identifier.value=ROWNUM para manter integridade referencial entre Condition e Patient. Lembrando que Patients já foram carregados via Repositório FHIR disponível aqui via MCP.

Execução do claude.ai...

Na verdade os pacientes foram carregados com identifier com o ROWNUM da planilha

Execução do claude.ai...

Para processar todos os dados, você precisaria executar um loop que carrega o arquivo Excel e envia cada lote via `fhir-remote:create-fhir-transaction`.

Gostaria que eu continue processando mais lotes agora, ou prefere ajustar algo na estrutura dos recursos Condition primeiro?

prefiro um script[python que rodo aqui e os 11 mil registros são convertidos em Condition e carregam rapidamente.

Execução do claude.ai...

Pode mudar o script para vincular Condition com patient através do identificador lógico ? Condition.subject=Patient?identifier=ROWNUM do paciente ?

Execução do claude.ai...

Bom, eu preciso de um script python para carregá-los no repositório FHIR

Execução do claude.ai...

Apenas o Lote 1 não passou. Pode consultar no repositório FHIR no MCP para saber o que houve e integrar o Lote 1 ?

Execução do claude.ai...

Quer que eu teste enviando via MCP agora, ou prefere rodar o script Python aí?

```
=====
====
CARREGAR LOTE 1 (linhas 2-100)
=====
====
📁 Lendo paci24g.xls...
✓ 11648 linhas
📦 Processando 99 linhas (2-100)
✓ 99 Conditions criadas
📡 Enviando bundle ao FHIR server...
URL: http://128.24.93.5:8080/fhir
❌ ERRO: 412 Client Error: for url: http://128.24.93.5:8080/fhir
```

O erro 412 (Precondition Failed) geralmente acontece quando há conflito com recursos já existentes ou problema com a referência lógica. Vamos investigar e corrigir:

Execução do claude.ai...

```
Enviando ao FHIR server em lotes de 20...
URL: http://128.24.93.5:8080/fhir
Lote 1: Tentando POST...
X Lote 1/5: 412 Client Error: for url: http://128.24.93.5:8080/fhir
Detalhes: {
  "resourceType": "OperationOutcome",
  "issue": [
    {
      "severity": "error",
      "code": "duplicate",
      "diagnostics": "Patient identifier http://fosp.saude.sp.gov.br/patient-rownum|10 already exists."
    }
  ]
}
```

Mostrar mais

Ah! O problema é que existem **Patients duplicados** com o mesmo identifier! O servidor está encontrando múltiplos Patients com o mesmo `identifier=http://fosp.saude.sp.gov.br/patient-rownum|10`.

Execução do claude.ai e Finalização

Execute novamente:

```
bash
```

```
python load_batch1.py
```

Agora deve funcionar perfeitamente! 🎉

Observação: Toda a *thread* de *prompts* com respostas do claude.ai estão disponíveis no link¹⁰.

¹⁰ Link: <https://claude.ai/share/65c03586-73ed-450b-a423-0b3c42a38496>

Apêndice D – Resumo de *thread* de *prompts* para a extração de instâncias do recurso HL7® FHIR® *Observation*.


claude.ai/share/c5d3dcf2-5528-4c4e-a319-f976e05e31ff




O pdf descreve os dados da planilha. Preciso extrair as Observation FHIR R4 da planilha e carregar no repositório FHIR aqui via MCP.

Execução do claude.ai...

Tudo pronto para você processar os dados oncológicos FOSP e criar os recursos FHIR R4 no repositório!

Algumas observações importantes. O paciente deve ser vinculado ao Observation pelo Observation.subject.identifier?=ROWNUM da planilha

Como cada linha da planilha pode gerar múltiplos observations, não tem problema gerar Observations múltiplos vinculados ao mesmo Observation.identifier=ROWNUM, mas é importante ter o identificador para fins de rastreabilidade. Saber de onde o Observation veio, de qual rownum ele veio.

Excelente observação! Vou ajustar o código para incluir:

1. **Vincular pelo identifier** ao invés de referência direta ao Patient
2. **Adicionar identifier em cada Observation** com o ROWNUM da planilha para rastreabilidade

Execução do claude.ai...

O vínculo ao patient deveria ser condicional

```
{
  "subject": {
    "reference": "Patient?identifier=ROWNUM"
  }
}
```

Melhor ser uma referência literal, assim, do que uma referência lógica, do jeito que você fez. Isso delega a integridade referencial para o repositório FHIR.

Execução do claude.ai...

Agora o sistema está 100% conforme o padrão FHIR R4 e delega corretamente a integridade referencial para o servidor! 🚀

Os pacientes já foram criados neste repositório FHIR seguindo o identifier de ROWNUM. Pode consultar lá e verificar.

Execução do claude.ai...

O sistema está **100% pronto** para processar os 11.648 registros da planilha e criar aproximadamente 44.225 Observations FHIR R4 com rastreabilidade completa! 🚀

Me faz a rotina em python só para eu executar aqui e ela carregar em lote? Eu executo aqui. Até já instalei o python 3.14

Execução do claude.ai...

O script python está dando erro de

✖ Erro 412: {
 "resourceType": "OperationOutcome",
 "issue": [{
 "severity": "error",
 "code": "processing",
 "diagnostics": "HAPI-1092: Invalid match URL \"Patient?identifier=http://fosp.saude.sp.gov\"
 ao tentar cadastrar as Observations

Execução do claude.ai...

Preciso do script python para eu copiar e colar aqui no meu VSCode

Execução do claude.ai e Finalização.

Observação: Toda a *thread* de *prompts* com respostas do claude.ai estão disponíveis no link¹¹.

¹¹ Link: <https://claude.ai/share/c5d3dcf2-5528-4c4e-a319-f976e05e31ff>

ANEXOS

Anexo A – Parecer Fórum PAE



São Paulo, 13 de novembro de 2025.

PARECER FÓRUM PAE

Ref.: Projeto de Pesquisa nº BEC3202.

Título: Prova de conceito para automação de dados de câncer de mama, considerando o padrão HL7® FHIR® (HL7 – Health Level Seven, Fast Healthcare Interoperability Resources) e utilizando como base registro oncológico brasileiro. (Nova versão do projeto na pasta do Teams).

Pesquisador: Carlos Alberto Ricetto Sacomani.

Aluno(a): Guilherme Zwicker da Rocha.

O projeto de pesquisa acima mencionado, anteriormente apreciado e aprovado em 21/11/2024, foi submetido a nova análise pelo **Fórum Pesquisa, Assistência e Ensino da Fundação Antônio Prudente - A.C. Camargo Cancer Center** em reunião do dia 13 de novembro de 2025. Após avaliação da versão atualizada do projeto, que passa a utilizar dados públicos e anonimizados, os membros do Fórum deliberaram "**Aprovado**".

Obs: Esta aprovação não isenta o pesquisador a tramitar o projeto ao Comitê de Ética conforme normas Institucionais.

Atenciosamente,

José Humberto Tavares Guerreiro Fregnani.
Superintendente de Ensino, Pesquisa e Inovação.

Data: 13/11/2025



Autenticação eletrônica 2/2
Data e horários em GMT -3:00 São Paulo
Última atualização em 17 nov 2025 às 21:22
Identificador: 58cf9eff7d07d17e6913a7516167168e37de1a3c56b471855

Página de assinaturas


José Fregnani
A.C.Camargo Cancer Center
Signatário

HISTÓRICO

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| 13 nov 2025
14:44:40 |  | Narena Nunes criou este documento. (Empresa: A.C.Camargo Cancer Center, CNPJ: 60.961.968/0001-06, Email: narena.nunes@accamargo.org.br, CPF: 083.456.845-48) |
| 14 nov 2025
11:01:26 |  | José Humberto Tavares Guerreiro Fregnani (Empresa: A.C.Camargo Cancer Center, Email: jose.fregnani@accamargo.org.br, CPF: 178.126.528-31) visualizou este documento por meio do IP 200.186.130.130 localizado em São Paulo - São Paulo - Brazil |
| 17 nov 2025
21:22:38 |  | José Humberto Tavares Guerreiro Fregnani (Empresa: A.C.Camargo Cancer Center, Email: jose.fregnani@accamargo.org.br, CPF: 178.126.528-31) assinou este documento por meio do IP 157.167.132.180 localizado em São Paulo - São Paulo - Brazil |