

Apresentação: Automação do Relatório TNM

Data: 13/05/2025

1. O Problema Atual

Processo Manual (40 minutos por relatório)

- Análise manual dos 57 metabólitos
- Interpretação individual de cada resultado
- Criação manual das recomendações
- Risco de inconsistências
- Gargalo na produtividade

Impacto no Negócio

- Tempo valioso dos especialistas consumido em tarefas repetitivas
 - Escalabilidade limitada
 - Potencial para inconsistências entre relatórios
 - Custo operacional elevado
-

2. Nossa Solução Técnica

Visão Geral

“Um sistema especializado que transforma dados nutrimentais normalizados em relatórios personalizados utilizando conhecimento estruturado e modelos de linguagem.”

```
%%{init: {'theme': 'default', 'themeVariables': {  
  'primaryTextColor': '#ffffff',  
  'primaryColor': '#000000',  
  'fontFamily': 'arial',  
  'actorLineColor': '#ffffff',  
  'signalColor': '#ffffff',  
  'signalTextColor': '#ffffff'  
}}}%  
graph TD  
  User((Usuário<br>Especialista))  
  
  subgraph "Entrada de Dados"  
    Input1[JSON de Resultados<br>do Exame TNM]  
    Input2[JSON de Anamnese<br>do Paciente]  
  end
```

```

subgraph "Sistema"
    KG[(Base de Conhecimento<br>Neo4j)]
    KGQuery[Consulta ao Grafo<br>de Conhecimento]
    PromptGen[Gerador de Prompts]
    LLMClient[Cliente LLM]
    ReportFormat[Relatório]
    APIEndpoints[Endpoints da API]
end

%% Fluxo de dados
User -->|"Envia<br>Dados"| Input1
User -->|"Envia<br>Dados"| Input2
Input1 --> APIEndpoints
Input2 --> APIEndpoints
APIEndpoints --> KGQuery
KGQuery <--> KG
KGQuery --> PromptGen
PromptGen --> LLMClient
LLMClient --> ReportFormat
ReportFormat -->|"Retorna<br>Relatório"| APIEndpoints
APIEndpoints -->|"Apresenta<br>Resultado"| User

classDef input fill:#e6f0ff,stroke:#3366cc,stroke-width:2px
classDef system fill:#f9f9f9,stroke:#333,stroke-width:2px
classDef knowledge fill:#ffe6cc,stroke:#ff9900,stroke-width:2px
classDef api fill:#e6ffe6,stroke:#33cc33,stroke-width:2px
classDef user fill:#ffccff,stroke:#ff66ff,stroke-width:2px

class Input1,Input2 input
class KGQuery,PromptGen,LLMClient,ReportFormat,APIEndpoints system
class KG knowledge
class User user

```

Tecnologias Principais

1. **Grafos de Conhecimento (Neo4j)**
 - Base de conhecimento estruturada em grafos
 - Representação natural de relações complexas
 - Consultas eficientes para extração de conhecimento
 - Escalável e flexível para evolução do conhecimento
2. **Modelos de Linguagem (LLMs)**
 - Claude 3.7 Sonnet / OpenAI GPT-4
 - Geração de texto natural e estruturado
 - Compreensão profunda do contexto
 - Adaptação a diferentes estilos de comunicação
3. **API REST (FastAPI)**

- Interface moderna e eficiente
- Documentação automática (OpenAPI/Swagger)
- Validação robusta de dados
- Alta performance e escalabilidade

3. Estrutura Ontológica do Conhecimento Nutri-Metabólico

Visão Geral da Ontologia

“Uma modelagem semântica dos 57 metabólitos, suas interrelações, manifestações clínicas e intervenções nutricionais baseadas em evidências.”

```
%%{init: {'theme': 'default', 'themeVariables': {
  'primaryTextColor': '#ffffff',
  'primaryColor': '#000000',
  'fontFamily': 'arial',
  'actorLineColor': '#ffffff',
  'signalColor': '#ffffff',
  'signalTextColor': '#ffffff'
}}}%
graph TD
    subgraph "Entidades Primárias"
        Met["Metabólito (57)"]
        Via["Via Metabólica"]
        Man["Manifestação Clínica"]
        Int["Intervenção Nutricional"]
        Ali["Alimento"]
        Sup["Suplemento"]
        Fat["Fator Contextual"]
    end

    subgraph "Domínio de Conhecimento"
        Perfil["Perfil Metabólico"]
        Evid["Evidência Científica"]
    end

    Met -->|"participa em"| Via
    Met -->|"níveis baixos<br>causam"| Man
    Met -->|"níveis altos<br>causam"| Man
    Man -->|"tratada por"| Int
    Int -->|"inclui"| Ali
    Int -->|"inclui"| Sup
    Fat -->|"afeta"| Met
```

```

Int -->|"contraindicada<br>para"| Fat
Via -->|"associada a"| Perfil
Perfil -->|"caracterizado<br>por"| Met
Met -->|"evidenciado<br>por"| Evid
Int -->|"evidenciado<br>por"| Evid

classDef primary fill:#4a86e8,stroke:#1a56c8,stroke-width:2px
classDef knowledge fill:#ff9900,stroke:#e56c00,stroke-width:2px

class Met,Via,Man,Int,Ali,Sup,Fat primary
class Perfil,Evid knowledge

```

Componentes Chave da Ontologia

1. Entidades Clínicas Relevantes

- **Metabólitos:** 57 moléculas específicas, incluindo 28 exclusivas da Ion Nutri
- **Vias Metabólicas:** Ciclos bioquímicos, vias reguladoras e de sinalização
- **Manifestações:** Sintomas e condições associadas a níveis alterados
- **Intervenções:** Abordagens terapêuticas nutricionais personalizadas

2. Atributos Clínicos Detalhados

- **Metabólitos:** Faixas de referência específicas, significado clínico
- **Manifestações:** Gravidade, cronicidade, mecanismos fisiológicos
- **Intervenções:** Duração recomendada, resultados esperados, contraindicações
- **Alimentos/Suplementos:** Dosagens, frequências, alternativas, avisos

3. Padrões Semânticos Aplicados

- **Diagnóstico:** Identificação estruturada de desequilíbrios a partir dos resultados
- **Recomendação Personalizada:** Adaptação contextual com base no perfil do paciente
- **Identificação de Perfis:** Reconhecimento de padrões metabólicos complexos

Benefícios Clínicos da Abordagem Ontológica

1. Precisão Diagnóstica

- Interpretação consistente e padronizada dos 57 metabólitos
- Contextualização com histórico clínico e fatores individuais
- Identificação de padrões metabólicos complexos não evidentes em análise isolada

2. Recomendações Baseadas em Evidências

- Cada relação metabólito-intervenção fundamentada em literatura científica

- Priorização de condutas com maior nível de evidência
 - Documentação completa das fontes para revisão por especialistas
3. **Personalização Contextualizada**
- Adaptação das recomendações considerando
 - Histórico médico
 - Medicamentos em uso
 - Intolerâncias alimentares
 - Indicadores antropométricos
 - Exclusão automática de intervenções contraindicadas ao perfil
4. **Expansão do Conhecimento**
- Ontologia extensível para incorporação de novos biomarcadores
 - Sistema de versionamento para atualizações do conhecimento científico
 - Rastreabilidade de todas as recomendações até a fonte de evidência

4. Fluxo de Dados

Entrada do Sistema

1. Dados do Exame TNM

```
{
  "patient_id": "PT12345",
  "exam_date": "2025-04-15",
  "metabolites": [
    {
      "name": "1-Estearoil-lisofosfatidilcolina",
      "value": 0.085,
      "unit": "M"
    }
    // ... outros 56 metabólitos
  ]
}
```

2. Anamnese do Paciente

```
{
  "patient_id": "PT12345",
  "personal_data": {
    "age": 45,
    "gender": "male",
    "weight": 78,
    "height": 165,
    "bmi": 28.5
  },
  "context_factors": {
    "medical_history": ["Histórico familiar de doenças cardiovasculares"],
    "intolerances": ["Intolerância a ovos"],
  }
}
```

```

    "medications": [{"name": "Omeprazol", "frequency": "ocasional"}]
  }
}

```

Exemplo de Consulta ao Neo4j (Grafo de Conhecimento)

```

%%{init: {'theme': 'default', 'themeVariables': {
  'primaryTextColor': '#ffffff',
  'primaryColor': '#000000',
  'fontFamily': 'arial',
  'actorLineColor': '#ffffff',
  'signalColor': '#ffffff',
  'signalTextColor': '#ffffff'
}}}%
graph TD
  M["1-Estearoil-<br>liso fosfatidilcolina<br><small>(Valor Baixo)</small>"]
  S1["Inflamação<br>Sistêmica"]
  S2["Resistência<br>Insulínica"]
  I1["Aumento de<br>Omega-3"]
  I2["Suporte ao<br>Metabolismo<br>Lipídico"]
  A1["Peixes de<br>água fria"]
  A2["Sementes<br>de chia"]
  A3["Nozes"]
  S["Suplemento<br>Omega-3<br><small>(2g/dia)</small>"]
  C["Intolerância<br>a ovos"]

  M -->|"causa"| S1
  M -->|"causa"| S2
  S1 -->|"tratada por"| I1
  S2 -->|"tratada por"| I2
  I1 -->|"inclui"| A1
  I1 -->|"inclui"| A2
  I1 -->|"inclui"| A3
  I1 -->|"inclui"| S
  I2 -->|"contraindicado<br>para"| C

  classDef metabolite fill:#ffcccc,stroke:#ff6666,stroke-width:2px
  classDef symptom fill:#ccccff,stroke:#6666ff,stroke-width:2px
  classDef intervention fill:#ccffcc,stroke:#66ff66,stroke-width:2px
  classDef food fill:#ffffcc,stroke:#ffff66,stroke-width:2px
  classDef suppl fill:#ffccff,stroke:#ff66ff,stroke-width:2px
  classDef contra fill:#ffdddd,stroke:#ff8888,stroke-width:2px

  class M metabolite
  class S1,S2 symptom
  class I1,I2 intervention

```

```

class A1,A2,A3 food
class S suppl
class C contra

```

Quando o exame mostra que o metabólito “1-Estearoil-lisofosfatidilcolina” está baixo, nosso sistema faz uma consulta simples ao grafo:

```

// Em português simples: "Encontre todas as intervenções recomendadas
// quando o metabólito X está baixo, incluindo os alimentos e suplementos,
// mas exclua as contraindicadas para este paciente"

```

```

MATCH (m:Metabolito {nome: "1-Estearoil-lisofosfatidilcolina"})
MATCH (m)-[:NIVEIS_BAIKOS_CAUSAM]->(s:Sintoma)
MATCH (s)-[:TRATADO_POR]->(i:Intervencao)
MATCH (i)-[:INCLUI]->(r)
WHERE r:Alimento OR r:Suplemento
AND NOT EXISTS {
  MATCH (i)-[:CONTRAINDICADO_PARA]->(f:FatorContextual)
  WHERE f.nome IN ["Intolerância a ovos"]
}
RETURN r.nome, r.tipo, r.dosagem, r.frequencia

```

Resultado desta consulta: | Nome | Tipo | Dosagem | Frequência | |——|——|
|———|———| | Peixes de água fria | Alimento | 100g | 3x por semana | |
Sementes de chia | Alimento | 1 colher de sopa | Diária | | Nozes | Alimento |
30g | 3-4x por semana | | Omega-3 (EPA/DHA) | Suplemento | 2g | Diária |

A consulta ao grafo permite ao sistema “seguir os caminhos” entre entidades relacionadas, como se estivesse navegando em uma rede de conhecimento interconectado - similar ao raciocínio de um especialista clínico.

Exemplo de Prompt para LLM

O sistema transforma o conhecimento estruturado do grafo em prompts para o LLM:

Contexto:

- Paciente: homem, 45 anos, IMC 28.5
- Histórico: Doenças cardiovasculares na família
- Intolerâncias: Ovos
- Medicamentos: Omeprazol (ocasional)

Metabólitos alterados:

1. 1-Estearoil-lisofosfatidilcolina
 - Valor: 0.085 M (Baixo - Referência: 0.1-0.3 M)
 - Via afetada: Metabolismo de fosfolipídios
 - Sintomas associados: Inflamação sistêmica, resistência insulínica

- Intervenções indicadas:
 - * Alimentos: Peixes de água fria, sementes de chia, nozes
 - * Suplementos: Ômega-3 (2g/dia)

2. [Outros metabólitos relevantes]

Tarefa:

Gere uma seção de recomendações nutricionais personalizadas para o paciente com base nos des

1. Ser agrupadas por categoria (energéticos, construtores, etc.)
2. Considerar as contraindicações e intolerâncias
3. Priorizar alimentos sobre suplementos quando possível
4. Explicar brevemente a relação com o desequilíbrio metabólico
5. Usar linguagem acessível mas precisa

Formato de saída: JSON estruturado conforme a especificação do relatório.

Saída do Sistema

```
{
  "patient_id": "PT12345",
  "report_id": "f47ac10b-58cc-4372-a567-0e02b2c3d479",
  "timestamp": "2025-05-05T14:32:16.789Z",
  "version": "1.0",
  "summary": "...",
  "findings": {
    "items": [
      {
        "metabolite": "1-Estearoil-lisofosfatidilcolina",
        "status": "baixo",
        "description": "...",
        "implications": ["..."]
      }
    ]
  },
  "conclusion": "...",
},
"recommendations": {
  "nutritional": {
    "energeticos": [...],
    "construtores": [...],
    "reguladores": [...],
    "gorduras": [...]
  },
  "supplements": [...],
  "lifestyle": [...]
}
}
```

Apresentação técnica preparada para a Ion Nutri - Maio 2025