

# 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 nutrimetabólicos 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"]
        Evididencia["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": "occasional"}]
    }
}

```

### 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>lisofosfatidilcolina<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_BAIXOS_CAUSAM]->(s:Sintoma)
MATCH (s)-[:TRATADO_POR]->(i:Intervencao)
MATCH (i)-[:INCLUI]->(r)
WHERE r:Alimento OR r:Suplemento
AND NOT EXISTS {
    MATCH (i)-[:CONRAINICADO_PARA]->(f:FatorContextual)
    WHERE f.nome IN ["Intolerância a ovos"]
}
RETURN r.nome, r.tipo, r.dosagem, r.freqüencia

```

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 desejos.

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*