

# Solução Multiagente para Prescrição de Diálise Peritoneal

**Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas  
Digitais - Escola Politécnica - USP**

*Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anarosa Alves Franco Brandão*

Augusto Vaccarelli Costa

Fernando Falquetto Coelho

Lucas Alexandre Tavares

**Davita Tratamento Renal | Hospital Israelita Albert Einstein**

Dr. Rogério da Hora Passos

**Instituto do Coração - HCFMUSP | Hospital Santa Catarina**

Dr<sup>a</sup> Maristela Carvalho da Costa



# Justificativa e Relevância



## Crescimento da DRC

A DRC é a terceira causa de morte que mais cresce globalmente



# Justificativa e Relevância

01

## Crescimento da DRC

A DRC é a terceira causa de morte que mais cresce globalmente

02

## Economia

O tratamento de hemodiálise é extremamente mais caro\* e custoso para a qualidade de vida dos pacientes

# Justificativa e Relevância

01

## Crescimento da DRC

A DRC é a terceira causa de morte que mais cresce globalmente

02

## Economia

O tratamento de hemodiálise é extremamente mais caro\* e custoso para a qualidade de vida dos pacientes

03

## Doença silenciosa

A falta de investimentos e a combinação com outras enfermidades\* dificulta a aquisição de dados e o diagnóstico correto



# Terapias de Substituição Renal

- **Diálise Peritoneal** tem custo menor e pode ser realizada em domicílio. A eficácia depende crucialmente da adequação.



# Terapias de Substituição Renal

- **Diálise Peritoneal** tem custo menor e pode ser realizada em domicílio. A eficácia depende crucialmente da adequação.
- **Hemodiálise** dializador externo que filtra o sangue fora do corpo. Geralmente realizado de 3 a 4 vezes por semana em sessões de 3 a 4 horas.



# Terapias de Substituição Renal

- **Diálise Peritoneal** tem custo menor e pode ser realizada em domicílio. A eficácia depende crucialmente da adequação.
- **Hemodiálise** dializador externo que filtra o sangue fora do corpo. Geralmente realizado de 3 a 4 vezes por semana em sessões de 3 a 4 horas.
- **Substituição Contínua** tipicamente reservada para pacientes que estão em condições críticas, como Pacientes de UTI.

# Desafios da Diálise Peritoneal



## Contraindicações

Pacientes com Falência Renal ou comprometimento da Membrana Peritoneal.

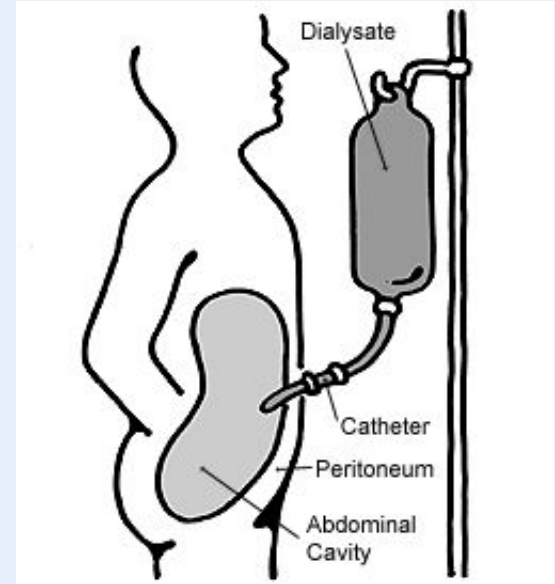


diagrama de DP [NKUDIC,  
NIDDKD e NIH, 2024]

# Desafios da Diálise Peritoneal



## Contraindicações

Pacientes com Falência Renal ou comprometimento da Membrana Peritoneal.



## Complexidade da Prescrição

Múltiplas variáveis no líquido dialisante para manutenção da volemia e taxas metabólicas.

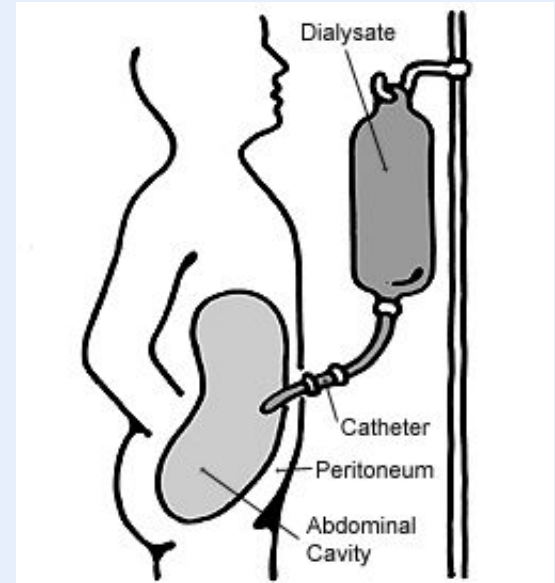


diagrama de DP [NKUDIC, NIDDKD e NIH, 2024]

# Desafios da Diálise Peritoneal



## Contraindicações

Pacientes com Falência Renal ou comprometimento da Membrana Peritoneal.



## Complexidade da Prescrição

Múltiplas variáveis no líquido dialisante para manutenção da volemia e taxas metabólicas.



## Variações Individuais

Necessidades e preferências de tratamento dos pacientes variam amplamente.

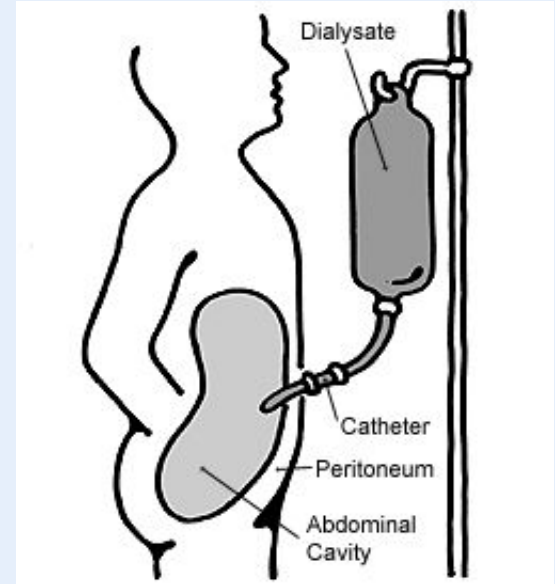


diagrama de DP [NKUDIC, NIDDKD e NIH, 2024]



# O Que é um Regime de Prescrição



## Tempo de infusão

Quanto tempo a solução fica  
infundida

# O Que é um Regime de Prescrição



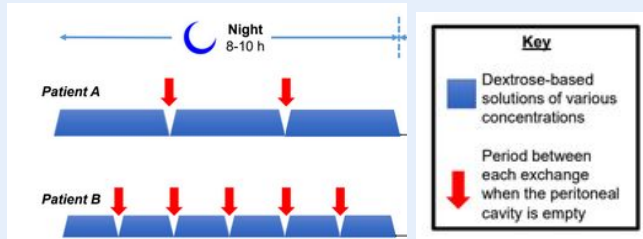
## Tempo de infusão

Quanto tempo a solução fica  
infundida



## Repetições

Infusões por dia e dias de tratamento  
por semana



# O Que é um Regime de Prescrição



## Tempo de infusão

Quanto tempo a solução fica infundida



## Repetições

Infusões por dia e dias de tratamento por semana

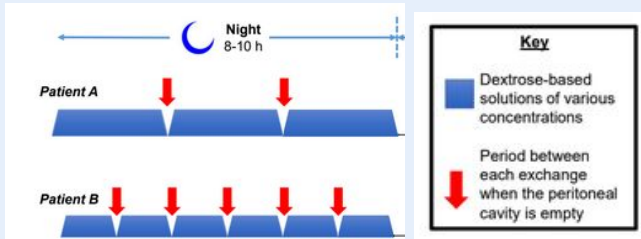


## Composição Salina

Diversos sais podem ser usados para definir a osmolaridade da solução

Component	Lactate-Buffered Solution			Bicarbonate-Buffered Solution
	2.5%	4.25%	7.5%	2.5%
Sodium, mmol/L	132	132	132	132
Calcium, mmol/L	1.25/1.75	1.25/1.75	1.25/1.75	1.25
Magnesium, mmol/L	0.25	0.25	0.25	0.25
Chloride, mmol/L	96	96	96	96
Lactate, mmol/L	40	40	40	15
Bicarbonate, mmol/L	—	—	—	25
Dextrose, g/dL	2.5	4.25	—	2.5
Icodextrin, g/dL	—	—	7.5	—
Osmolarity, mOsm/L	396	484	282	396
pH	5.2	5.2	5.2	7.4

Higher dextrose concentration solutions have a higher osmolarity and exert greater osmotic pressures across the peritoneal membrane, resulting in greater ultrafiltration volumes.



# Modalidades de Diálise Peritoneal



## Automática

Utiliza uma máquina chamada cicladora que realiza as trocas de fluido



# Modalidades de Diálise Peritoneal



## Ambulatorial Contínua

Realizada manualmente, com trocas de fluido ocorrendo várias vezes ao longo do dia



**Ambas as modalidades  
podem ser realizadas em  
domicílio\***

\*Havendo disponibilidade de equipamento (cicladora)

# Benefícios da Diálise Peritoneal



## Flexibilidade

Pode ser realizada pelo paciente em domicílio, enquanto o paciente dorme



## Autonomia

Modalidade de TSR mais conveniente e autônoma.



## Tratamento gradual

Taxa de remoção de resíduos mais gradual em comparação com a Hemodiálise.



# Objetivo Geral

- **Desenvolver** uma solução multiagente capaz de prescrever regimes de tratamento de diálise peritoneal personalizados junto com a janela de utilização.
- **Validar** o modelo, comparando as prescrições geradas às recomendações de especialistas.
- **Disponibilizar** o modelo para uso hospitalar através de uma aplicação mobile ou desktop.

# Trabalhos Relacionados

**“A Multi-Agent Approach Used to Predict Long-Term Glucose Oscillation in Individuals with Type 1 Diabetes” (2022)**

*Aragão Pereira, J.P. Franco Brandão, A.A. Bevilacqua, J.d.S. Côrrea-Giannella, M.L.C.*

Solução multiagente para prescrição personalizada de insulina em pacientes com diabetes tipo 1.

# Trabalhos Relacionados

**“A Multi-Agent Approach Used to Predict Long-Term Glucose Oscillation in Individuals with Type 1 Diabetes” (2022)**

*Aragão Pereira, J.P. Franco Brandão, A.A. Bevilacqua, J.d.S. Côrrea-Giannella, M.L.C.*

Solução multiagente para prescrição personalizada de insulina em pacientes com diabetes tipo 1.

**“Using Artificial Intelligence Resources in Dialysis and Kidney Transplant Patients: A Literature Review” (2020)**

*Alexandru Burlacu A., Adrian Iftene, Daniel Jugrin, Iolanda Valentina Popa, Paula Madalina Lupu, Cristiana Vlad, Adrian Covic*

Revisão literária. Sobre DP, apontou soluções inteligentes em classificação de tratamentos por perfil, previsão de risco de infecções e acidentes vasculares.

# Trabalhos Relacionados

**“A Multi-Agent Approach Used to Predict Long-Term Glucose Oscillation in Individuals with Type 1 Diabetes” (2022)**

*Aragão Pereira, J.P. Franco Brandão, A.A. Bevilacqua, J.d.S. Côrrea-Giannella, M.L.C.*  
Solução multiagente para prescrição personalizada de insulina em pacientes com diabetes tipo 1.

**“Using Artificial Intelligence Resources in Dialysis and Kidney Transplant Patients: A Literature Review” (2020)**

*Alexandru Burlacu A., Adrian Iftene, Daniel Jugrin, Iolanda Valentina Popa, Paula Madalina Lupu, Cristiana Vlad, Adrian Covic*

Revisão literária. Sobre DP, apontou soluções inteligentes em classificação de tratamentos por perfil, previsão de risco de infecções e acidentes vasculares.

**“From machine learning to deep learning: Advances of the recent data-driven paradigm shift in medicine and healthcare” (2024)**

*Chakraborty, C.; Bhattacharya, M.; Pal, S.; Lee, S.-S.*

Mapeamento sobre o uso de técnicas de aprendizado de máquina na medicina.



# Proposta de Arquitetura

## Acesso aos Dados

Obtivemos acesso a dados recentemente (este mês)



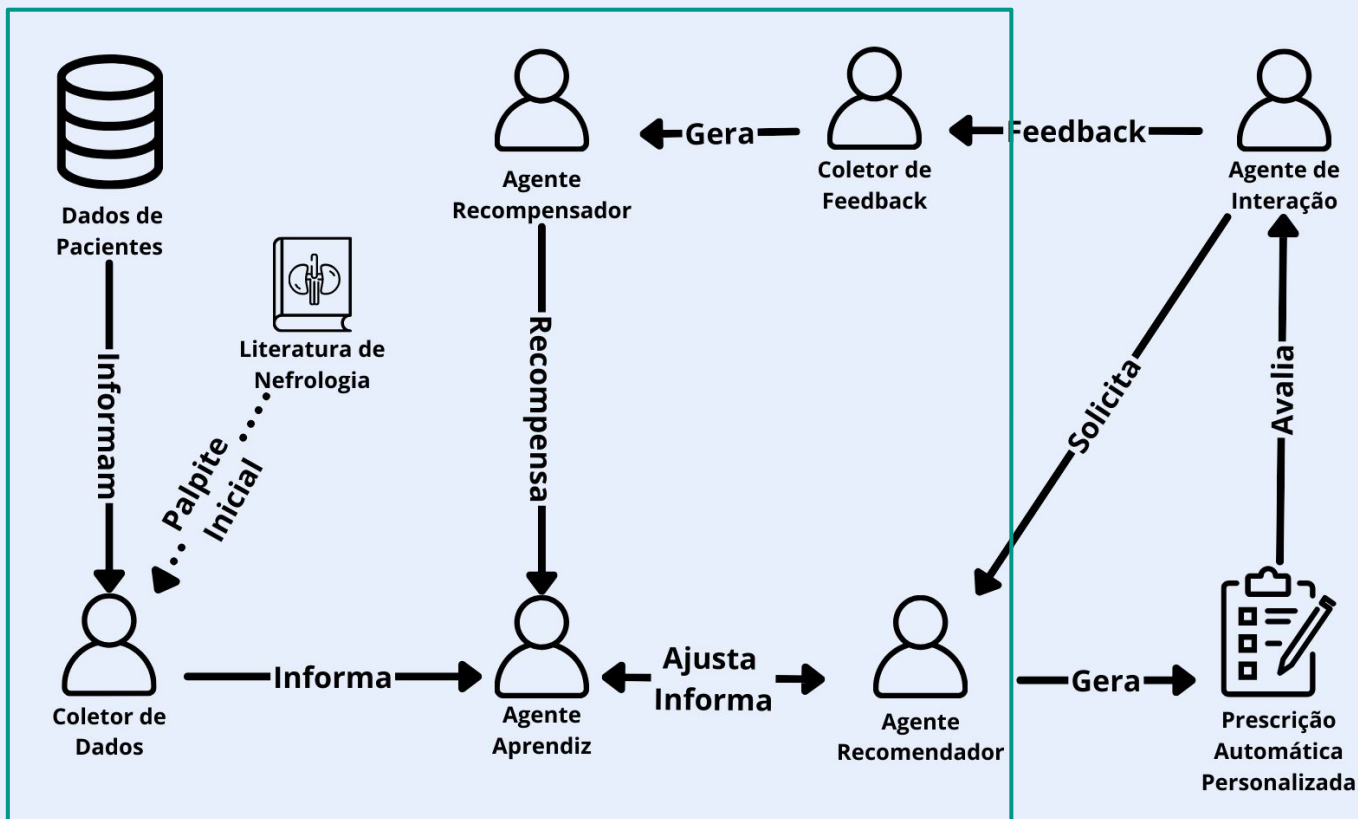
## Agentes Empregados

Alguns agentes reativos.  
Agentes aprendizes aprendendo por reforço.

## Arquitetura Teórica

A implementação ainda será realizada

# Diagrama Esquemático - Treinando o Modelo





# Perguntas?



# Aplicação de IA na Diálise Peritoneal

- **Análise de Dados** clínicos dos pacientes (HCFMUSP).
- **Identificação de Padrões** e correlações para prever o plano de tratamento mais adequado através de aprendizado por reforço.
- **Tratamento Personalizado** resulta em indicação de tratamento personalizado (parâmetros do tratamento + janela de uso)



# Metodologia



## Estudo de Técnicas de IA

Estudo de técnicas de IA adequadas para resolver o problema em questão.

## Coleta e Preparação de Dados

Coleta de um conjunto de dados extenso e preparação para treinamento adaptado.

## Validação de resultados

Comparação das prescrições geradas pelo modelo às recomendações de especialistas.



# Desafios da Aplicação de IA na Diálise Peritoneal

## Acesso aos Dados

IA requer dados de alta qualidade para treinar modelos precisos.



## Interpretação de Resultados

Interpretação dos resultados dos modelos de IA pode ser difícil.



## Integração de Modelos

Integração dos modelos de IA nos sistemas de saúde existentes pode ser desafiadora.