

Guia Didático em Português

Referência Comentada do Artigo – Otimização Multiobjetivo de Leitos de UTI (CEC/WCCI)

Objetivo deste guia

Este documento tem como finalidade servir como **referência didática, em português**, para compreensão, discussão e reaproveitamento acadêmico do **artigo em inglês submetido ao CEC/WCCI**, mantendo **alinhamento conceitual direto** com o *Guia Técnico-Científico Completo* elaborado anteriormente.

Ele foi pensado para: - Discussão com **orientador e banca** - Uso como **base de capítulo de dissertação** - Apoio a **leitores não especialistas em EC** (saúde, gestão pública) - Garantir **coerência semântica** entre código, artigo e discurso científico

1. Contexto Geral do Problema

1.1 Motivação em Saúde Pública

O sistema público de saúde brasileiro (SUS) enfrenta **escassez crônica de leitos de UTI**, agravada por: - Envelhecimento populacional - Alta incidência de doenças crônicas - Eventos agudos de grande escala (ex.: COVID-19)

Tradicionalmente, o debate é tratado como **problema de falta de capacidade física**. O artigo questiona essa premissa, investigando se **o problema é estrutural**, mesmo quando a capacidade é aumentada artificialmente.

 **Alinhamento com o guia anterior:** aqui se introduz a noção de *limite estrutural* que, no guia técnico, é formalizada como *biological debt*.

2. Perspectiva da Computação Evolutiva

2.1 Por que Computação Evolutiva?

A alocação de leitos de UTI é um problema que envolve simultaneamente: - Variáveis discretas - Restrições rígidas de capacidade - Objetivos conflitantes (clínicos vs. operacionais)

Isso caracteriza um **problema multiobjetivo com restrições**, onde métodos exatos são impraticáveis em escala real.

2.2 Por que NSGA-II e GDE3?

O artigo utiliza dois algoritmos clássicos: - **NSGA-II**: referência consolidada em problemas multiobjetivo - **GDE3**: variante baseada em Differential Evolution, conhecida por bom tratamento de restrições

 **Comentário didático:** o objetivo **não é propor um novo algoritmo**, mas avaliar **como algoritmos consagrados se comportam em um problema real e crítico**.

3. Dados Utilizados (SIH-SUS)

3.1 Origem dos Dados

Os dados provêm do **Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS)**, via plataforma PCDaS/Fiocruz.

- Registros administrativos reais
- Abrangência nacional
- Alta heterogeneidade clínica

3.2 Limpeza e Filtragem

Do total bruto (>120 mil registros), foram mantidas **97.309 hospitalizações únicas**, após: - Remoção de inconsistências - Filtragem por admissões em UTI - Ajustes de tempos irreais de permanência

 **Alinhamento:** corresponde à função `carregar_ou_gerar_dados` e aos ajustes clínicos descritos no guia técnico.

4. Análise Exploratória dos Dados (EDA)

4.1 O que a EDA revela

A análise exploratória mostra: - Distribuição altamente assimétrica do tempo de permanência - Presença de pacientes *long-stay* - Correlação fraca entre aumento de capacidade e redução de ocupação

 **Importância:** essa etapa justifica por que soluções FIFO ou heurísticas simples falham sistematicamente.

 **Conexão direta** com o guia anterior: fundamenta empiricamente a emergência do *biological debt*.

5. Formulação do Problema de Otimização

5.1 Variável de Decisão

Cada paciente i possui uma variável de decisão: - x_i : instante de início da internação em UTI

5.2 Objetivos

O problema considera quatro objetivos principais:

1. Minimizar tempo médio de espera
2. Minimizar risco clínico acumulado (severidade × espera)
3. Minimizar picos de ocupação

4. Minimizar transbordo terminal (pacientes não atendidos)

 **Comentário didático:** os objetivos não são redundantes; cada um representa um ponto de vista distinto (paciente, equipe, gestor).

6. Restrições

A principal restrição é a **capacidade física de leitos**, formalizada como:

- Ocupação simultânea \leq capacidade disponível

Violação dessa restrição gera penalização e orienta o algoritmo para regiões viáveis.

 **Alinhamento:** corresponde diretamente à implementação em `verificar_viability_sistema`.

7. Configuração dos Algoritmos

7.1 Parâmetros

- População: 350 indivíduos
- Gerações: 250
- Operadores padrão (SBX, PM, DE)

 **Comentário:** os parâmetros foram escolhidos para equilibrar exploração e custo computacional, dado o alto número de variáveis.

8. Resultados Principais

8.1 Fronteiras de Pareto

Os resultados mostram que: - FIFO é sistematicamente dominado - NSGA-II apresenta melhor diversidade - GDE3 é mais sensível a restrições

8.2 Descoberta do *Biological Debt*

Mesmo com aumento artificial de leitos, observa-se um **nível mínimo de ocupação irreduzível**, associado a pacientes de longa permanência.

 **Interpretação correta:** não é uma constante universal, mas uma **propriedade estrutural observada nos dados reais analisados**.

9. Implicações para Políticas Públicas

O estudo sugere que: - A simples expansão de leitos não resolve o problema - Estratégias focadas em throughput e cuidado pós-UTI são essenciais

 **Alinhamento:** reforça a ponte entre EC e decisão pública destacada no guia técnico.

10. Contribuições Científicas

1. Formulação realista e em larga escala de um problema de UTI
 2. Evidência empírica de limite estrutural de ocupação
 3. Avaliação comparativa robusta de algoritmos EC
-

11. Como usar este guia

-  Leitura paralela ao artigo em inglês
 -  Base para capítulos metodológicos
 - Apoio para apresentações e defesas
-

12. Conexão com o Guia Técnico-Científico Completo

Este guia **não substitui** o guia técnico anterior. Eles se complementam:

- **Guia técnico** → rigor, implementação, submissão
- **Guia didático** → compreensão, ensino, discussão

Ambos descrevem o **mesmo trabalho**, com níveis distintos de formalismo.

Observação Final

Este documento foi intencionalmente escrito com linguagem acessível, sem perda de precisão conceitual, para ampliar o alcance e a reproduzibilidade do trabalho.