

# **AG-TIME: SISTEMA PARA GERAÇÃO DE PLANTÃO DE ENFERMAGEM EM UMA UNIDADE DE INTERNAÇÃO BASEADO EM ALGORITMO GENÉTICOS**

André Alex Sestari - Acadêmico

Daniel Theisges dos Santos - Orientador

# Roteiro

- **Introdução**
  - Motivações
  - Objetivos
- **Fundamentação teórica**
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- **Desenvolvimento do sistema**
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementação e Operacionalidade do Sistema
- **Resultados**
- **Conclusões**
  - Extensões
- **Demonstração**

# Motivações

- Complexidade para a geração do plantão de enfermagem
  - Leis trabalhistas
  - Resolução COFEN
- A geração das escalas de trabalho é uma tarefa realizada manualmente em grande parte dos hospitais, consumindo muito tempo e dando a possibilidade de erros humanos (POLTOSI; GÓMEZ; 2007)
- Aumento da demanda por serviços de saúde

# Objetivos

Esse trabalho visa desenvolver um sistema para a geração da escala de horários de um plantão de enfermagem:

- Disponibilizar uma interface que permita configurar características e técnicas dos Algoritmos Genéticos empregados no trabalho proposto;
- Disponibilizar uma interface que permita informar o corpo de enfermagem e a grade de horários gerada;
- Permitir analisar quais técnicas e configurações do Algoritmo Genético obtiveram o resultado mais eficiente para o trabalho proposto.

# Roteiro

- Introdução
  - Motivações
  - Objetivos
- **Fundamentação teórica**
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- Desenvolvimento do sistema
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementações, Resultados e Operacionalidade do Sistema
- Conclusão
  - Extensões
- Demonstração

- Resolução COFEN N° 0527/2016
- Sistema de classificação de pacientes (SCP)

| Categoria SCP                                    | Quantidade de horas diárias necessárias |
|--|---|
| Cuidado mínimo                                   | 4 horas                                 |
| Cuidado intermediário                            | 6 horas                                 |
| Cuidado de alta dependência<br>ou semi intensivo | 10 horas                                |
| Cuidado intensivo                                | 18 horas                                |

- Resolução COFEN Nº 0527/2016

- Proporção de tipos de profissionais

| Categoria SCP                  | Proporção mínima   |
|--------------------------------|--|
| Cuidado mínimo e intermediário | 33% são enfermeiros (mínimo de seis) e os demais auxiliares e/ ou técnicos de enfermagem |
| Cuidado de alta dependência    | 36% são enfermeiros e os demais técnicos e/ou auxiliares de enfermagem                   |
| Cuidado semi intensivo         | 42% são enfermeiros e os demais técnicos de enfermagem                                   |
| Cuidado intensivo              | 52% são enfermeiros e os demais técnicos de enfermagem                                   |

# ● Resolução COFEN N° 0527/2016

- Cálculo de pessoal de enfermagem

$$QP_{(UI)} = \left\{ \left[ \frac{(PCM)}{6} + \frac{(PCI)}{4} + \frac{(PCAD)}{2,4} + \frac{(PCSI)}{2,4} + \frac{(PCIt)}{1,33} \right] \times [(PF \times DS)] / CHS \right\} \times IST$$

- **QP** - Quantitativo de Pessoal
- **PCM** - Qtd de pacientes em cuidado mínimo
- **PCI** - Qtd de pacientes em cuidado intermediário
- **PCAD** - Qtd de pacientes em cuidado de alta dependência
- **PCSI** - Qtd de pacientes em cuidado semi-intensivo
- **PCIt** - Qtd de pacientes em cuidado intensivo
- **PF** - Período de funcionamento
- **DS** - Dias da semana
- **CHS** - Carga de trabalho semanal
- **IST** - Índice de Segurança Técnica

- Resolução COFEN N° 0527/2016

- Índice de Segurança Técnica

$$IST = \left(1 + \frac{TAP\%}{100}\right) \times \left(1 + \frac{TA\%}{100}\right)$$

TAP - taxa de Ausências Planejadas (= 8,3%);  
TA - taxa de Absenteísmo (= 6,7%);

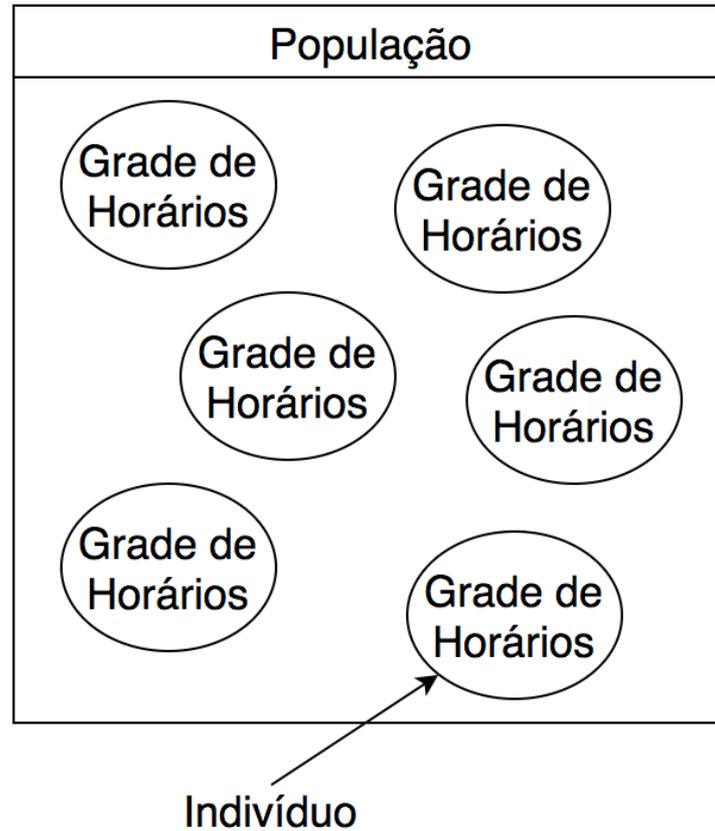
- Escala de horários no formato 12x36
  - Trabalha 12 horas e folga 36 horas
  - Utilizada em plantões de enfermagem (COREN-GO, 2016)
  - Súmula nº 444 do Tribunal Superior do Trabalho (2012)

# Algoritmos Genéticos

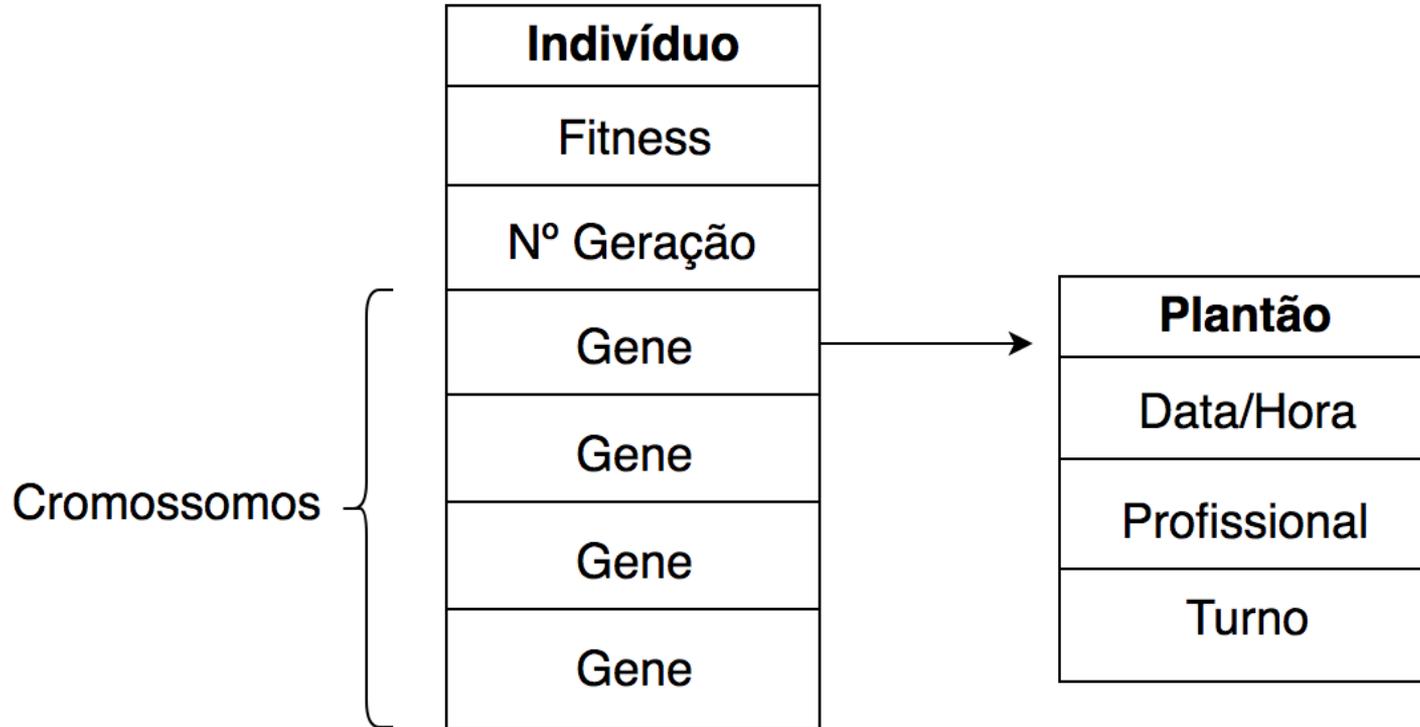
## Características

- Utiliza conceitos provenientes do princípio de seleção natural proposta por Darwin em 1858;
- Aborda uma série ampla de problemas, em especial de otimização;
- Possui várias etapas até chegar a uma solução satisfatória ou ótima.

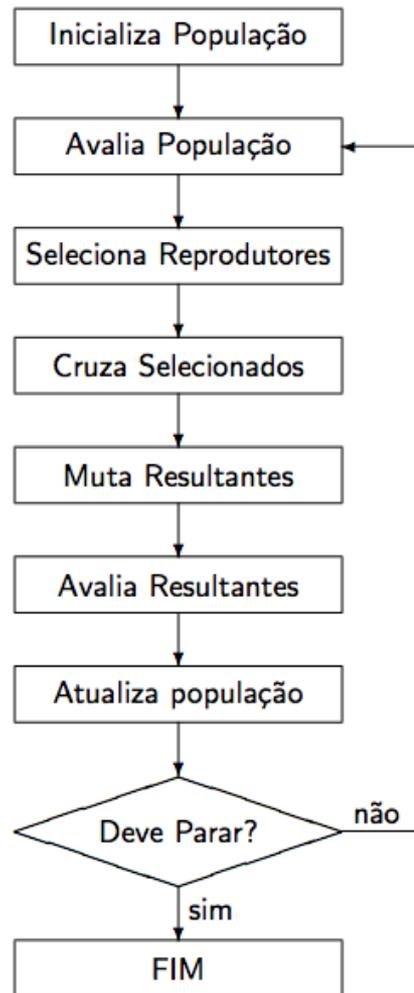
# Estrutura



# Estrutura



# Etapas



# Trabalhos correlatos

- Algoritmo genético para geração de escala de horário médico (BEPPLER, 2009)
- Sistema gerador de grade de horário de professores usando algoritmos genéticos (CORREIA, 2013)
- Aplicando algoritmo genéticos ao problema de definição de escala de trabalho do corpo de enfermagem de um hospital universitário (CAMILO e STELLE, 2008)

- Algoritmo genético para geração de escala de horário médico (BEPPLER, 2009)

Consultas de Horários

### Horários Médicos

Data

Janeiro 2.009

| Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb | Dom |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 29  | 30  | 31  | 1   | 2   | 3   | 4   |
| 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
| 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  |
| 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |
| 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 1   |
| 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |

Médicos Escalados

Manhã: MEDICO 5

Tarde: MEDICO 6

Noite: MEDICO 7

Madrugada: MEDICO 1

Horas no mês

Médico: MEDICO 1

Horas: <horas trabalhadas>

- Sistema gerador de grade de horário de professores usando algoritmos genéticos (CORREIA, 2013)

The screenshot displays the R.C. (Roteiro Curricular) system interface. The header includes the R.C. logo and the days of the week: DOM | SEG | TER | QUA | QUI | SEX | SAB. A left sidebar contains navigation options: Principal, Gerar grade, Cadastros, Disciplina, Curso, Professor, Titulo Professor, Turma, Centro de Ensino, Período Letivo, Turno, Grade Curricular, Horário, Disponibilidade de Professor, Consultas, and Grade Horária. The main content area is titled 'Selecione um professor' and features a dropdown menu for 'Professor: Everaldo', a search button 'Buscar títulos do professor', and an 'Incluir' button. Below this is a table with two rows of data, each with a pagination control '(1 of 1)'. The table columns are ID, Professor, Disciplina, Curso, and Excluir.

| ID | Professor | Disciplina             | Curso                 | Excluir                 |
|----|-----------|------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 13 | Everaldo  | Engenharia de Software | Ciência da Computação | <a href="#">Excluir</a> |
| 15 | Everaldo  | Processo de Software 1 | Ciência da Computação | <a href="#">Excluir</a> |

- Aplicando algoritmo genéticos ao problema de definição de escala de trabalho do corpo de enfermagem de um hospital universitário (CAMILO e STELLE, 2008)

| Cenário 1        |                      |                            |                          |                             |          |
|------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------|
| PARÂMETROS DO AG |                      |                            |                          |                             |          |
| TESTE 1          | Tamanho da População | Probabilidade de Crossover | Probabilidade de Mutação | Número de Gerações          | Elitismo |
|                  | 100                  | 70/100                     | 1/1000                   | 500                         | 1        |
|                  | Menor FO(s)          | Maior FO(s)                | Média FO(s)              | Coeficiente de Variação (%) |          |
|                  | 2740                 | 2780                       | 2748                     | 0,84                        |          |
| TESTE 2          | Tamanho da População | Probabilidade de Crossover | Probabilidade de Mutação | Número de Gerações          | Elitismo |
|                  | 100                  | 70/100                     | 1/100                    | 500                         | 1        |
|                  | Menor FO(s)          | Maior FO(s)                | Média FO(s)              | Coeficiente de Variação (%) |          |
|                  | 2720                 | 2900                       | 2782                     | 1,92                        |          |
| TESTE 3          | Tamanho da População | Probabilidade de Crossover | Probabilidade de Mutação | Número de Gerações          | Elitismo |
|                  | 100                  | 70/100                     | 5/100                    | 500                         | 1        |
|                  | Menor FO(s)          | Maior FO(s)                | Média FO(s)              | Coeficiente de Variação (%) |          |
|                  | 2760                 | 2800                       | 2774                     | 0,56                        |          |

# Roteiro

- Introdução
  - Motivações
  - Objetivos
- Fundamentação teórica
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- **Desenvolvimento do sistema**
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementação e Operacionalidade do Sistema
- Resultados
- Conclusões
  - Extensões
- Demonstração

# Requisitos principais

RF - permitir o cadastro do corpo de enfermagem de um estabelecimento de saúde

RF - permitir o cadastro da preferência de turno de horário dos profissionais

RF - disponibilizar uma tela para a visualização das etapas do AG

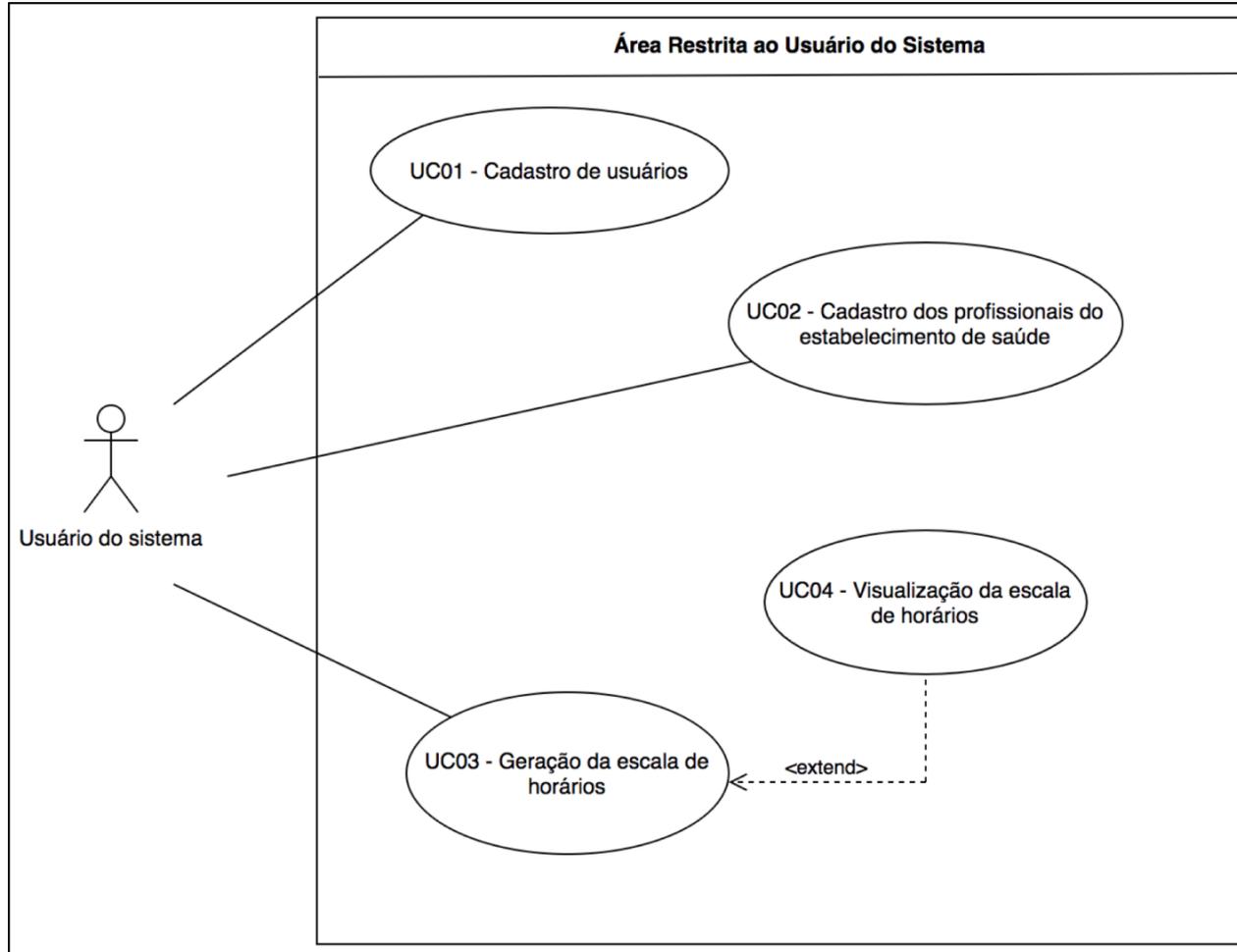
RF- disponibilizar uma tela para a visualização da escala de horários dos profissionais

RNF - permitir parametrizar aspectos do Algoritmo Genético

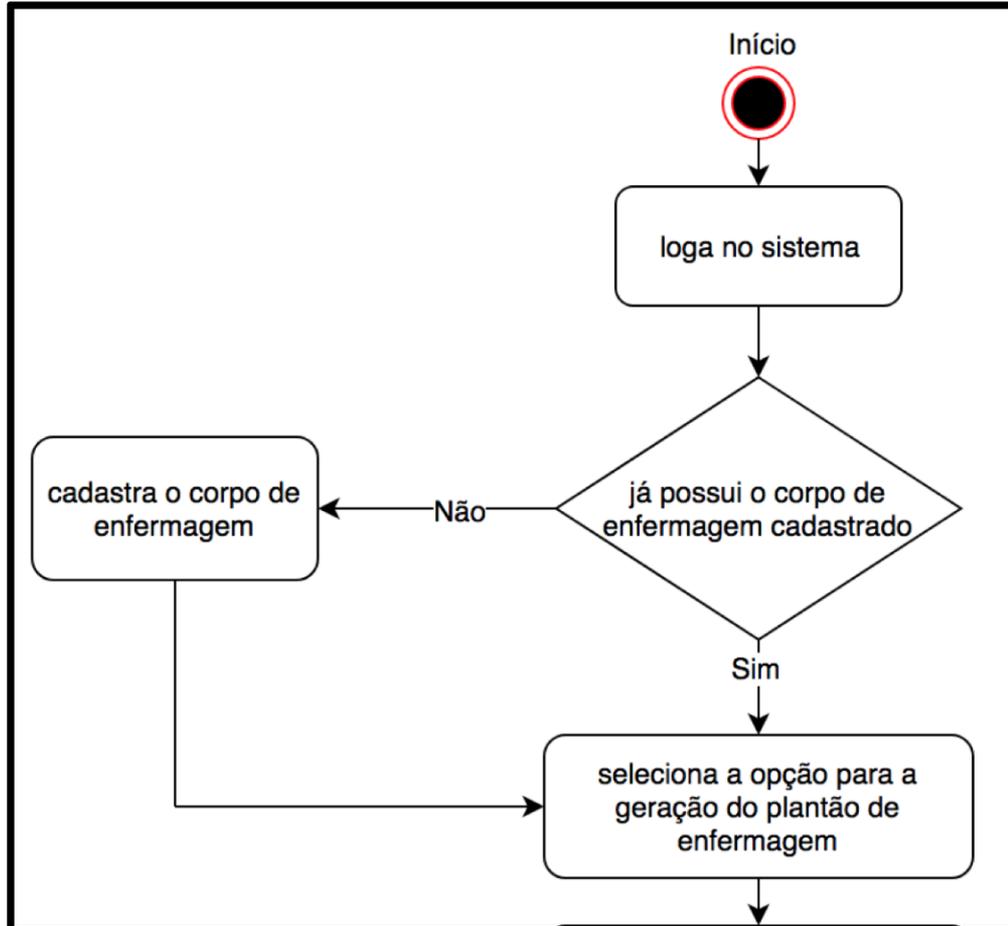
RNF - utilizar a linguagem de programação Java para o processamento do Algoritmo Genético

RNF - desenvolver um sistema web utilizando a linguagem PHP e JavaScript para o cadastro e visualização de dados

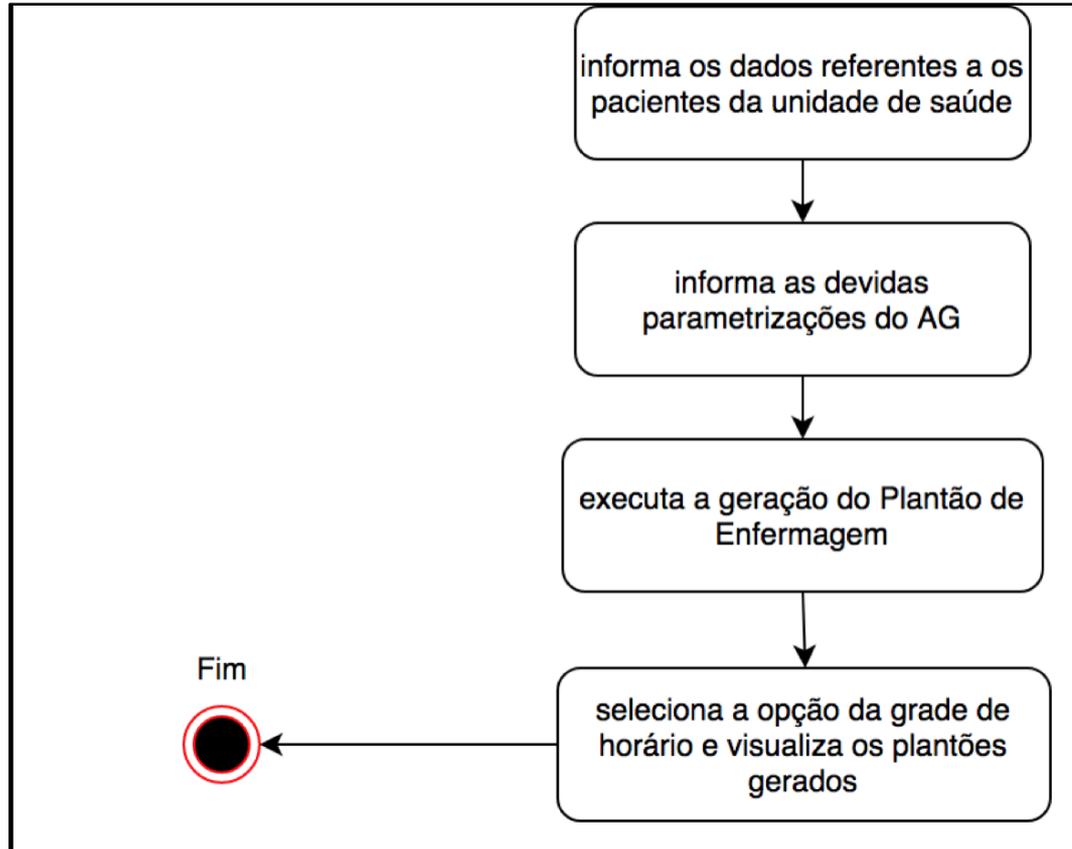
# Diagrama de Caso de Uso



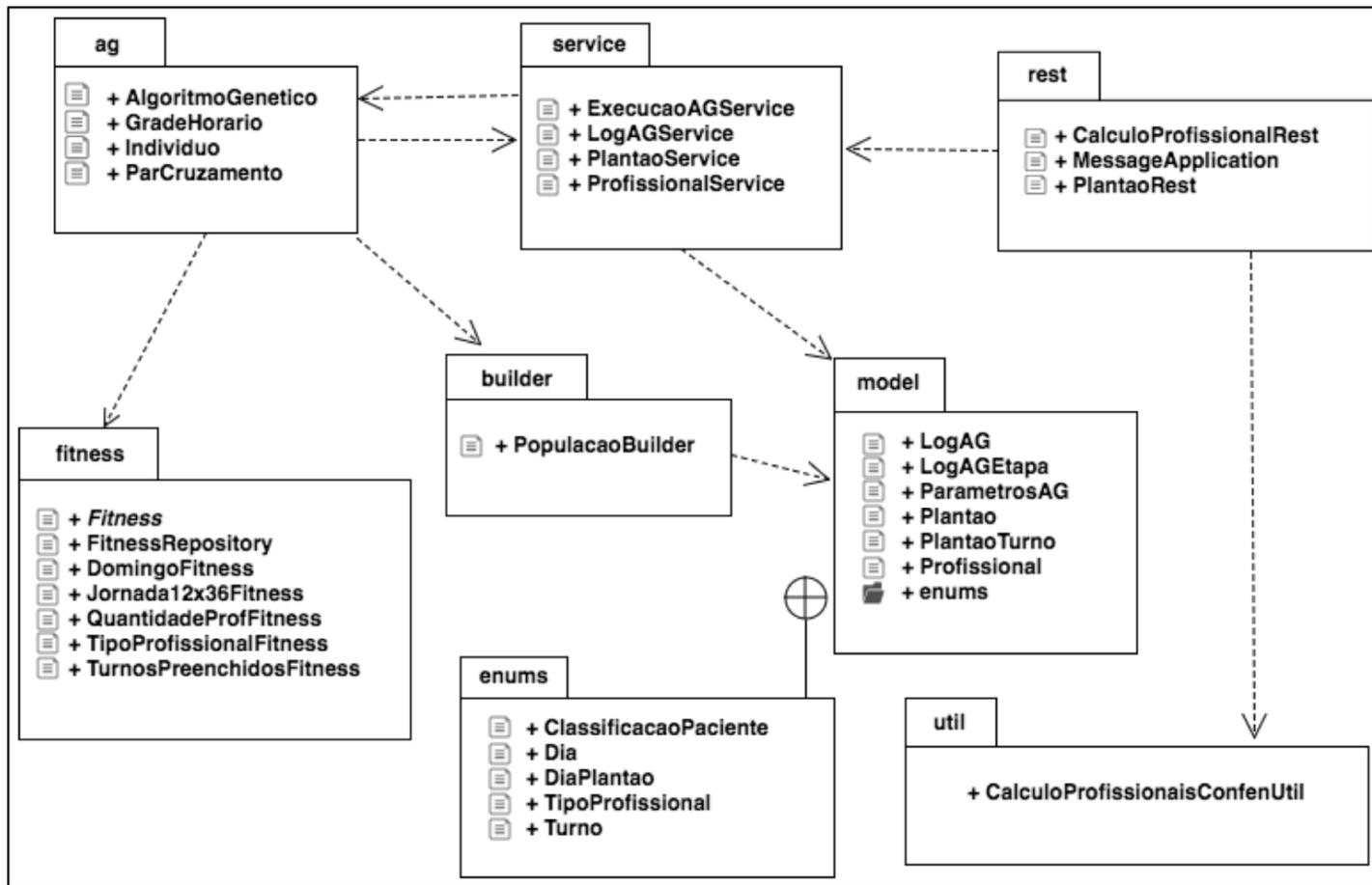
# Diagrama de Atividades



# Diagrama de Atividades



# Diagrama de Pacotes



# Implementação

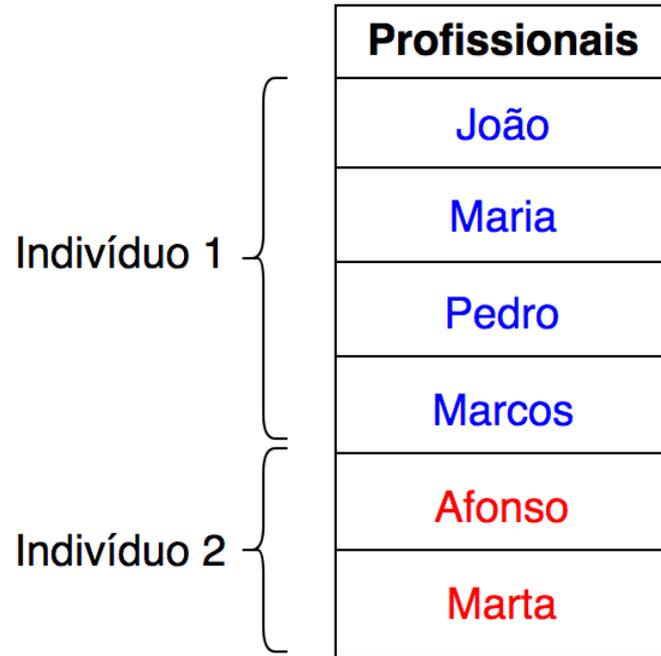
- Responsável pelos cadastros e interação com usuário: desenvolvimento de um sistema web utilizando a linguagem PHP e as tecnologias AJAX, JSON, jQuery (JS) e CSS
- Responsável pela processamento do AG: desenvolvimento de um sistema web utilizando a linguagem JAVA e as tecnologias JPA (Hibernate) e JAX-RS (RestEasy)



# Implementação - AG

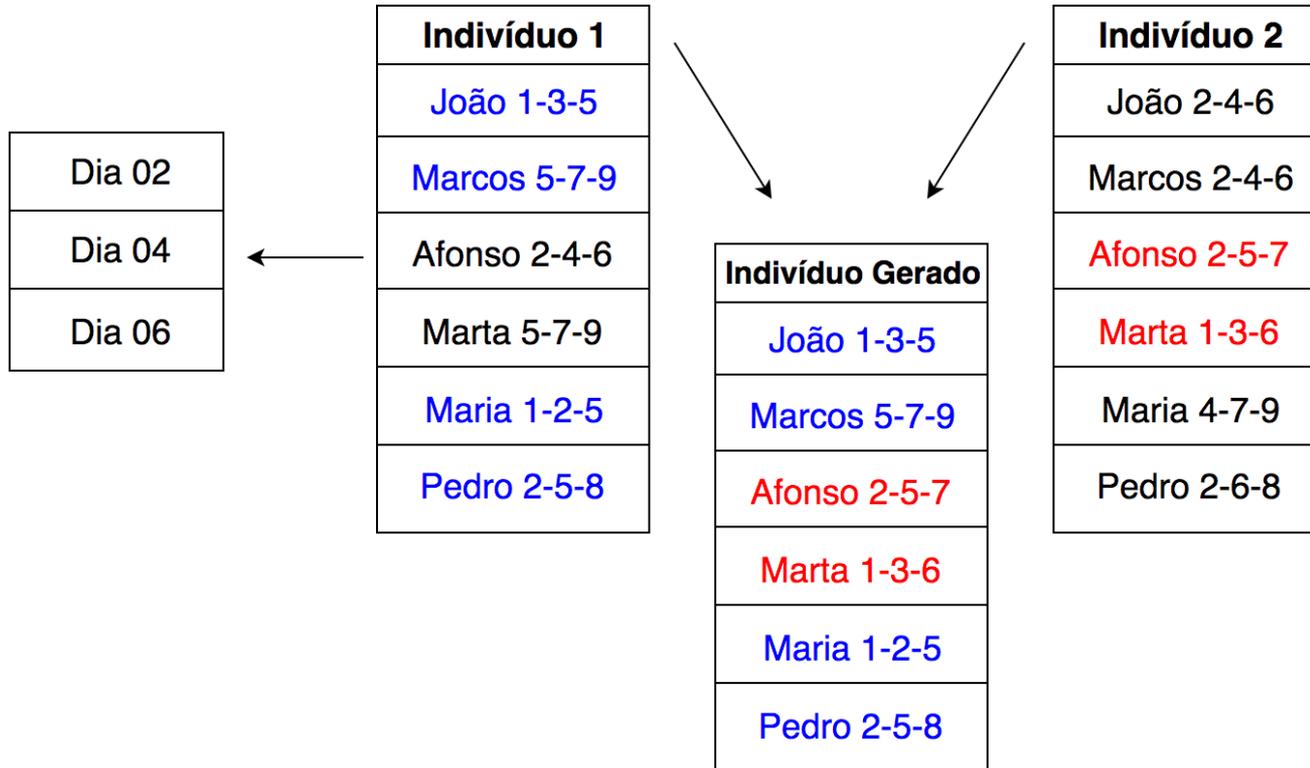
- Crossover

Ponto de corte: 4



# Implementação - AG

- Crossover

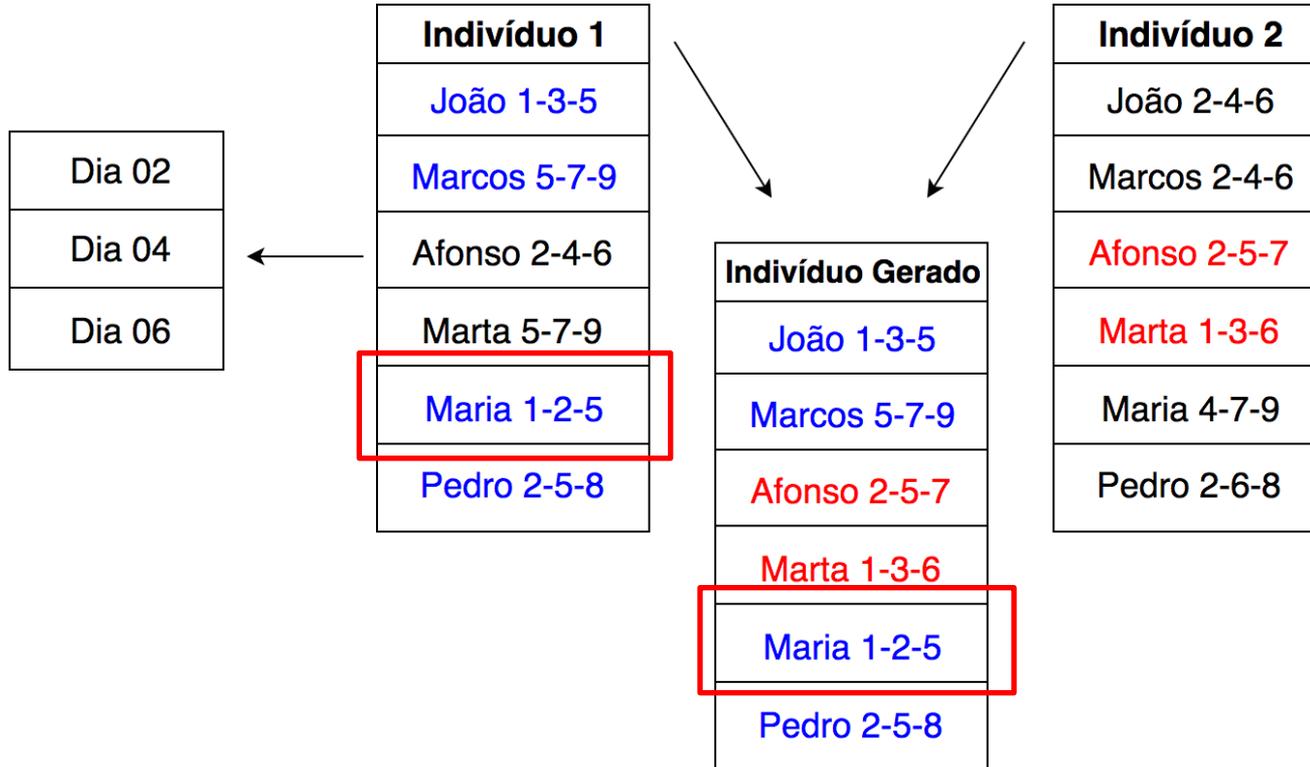


# Implementação - AG

- Cálculo de Fitness
  - Quantidade profissionais
  - Porcentagem mínima de enfermeiras(os)
  - Todos os turnos preenchidos
  - Descanso de 36 horas a cada jornada de 12 horas (gene inconsistente)

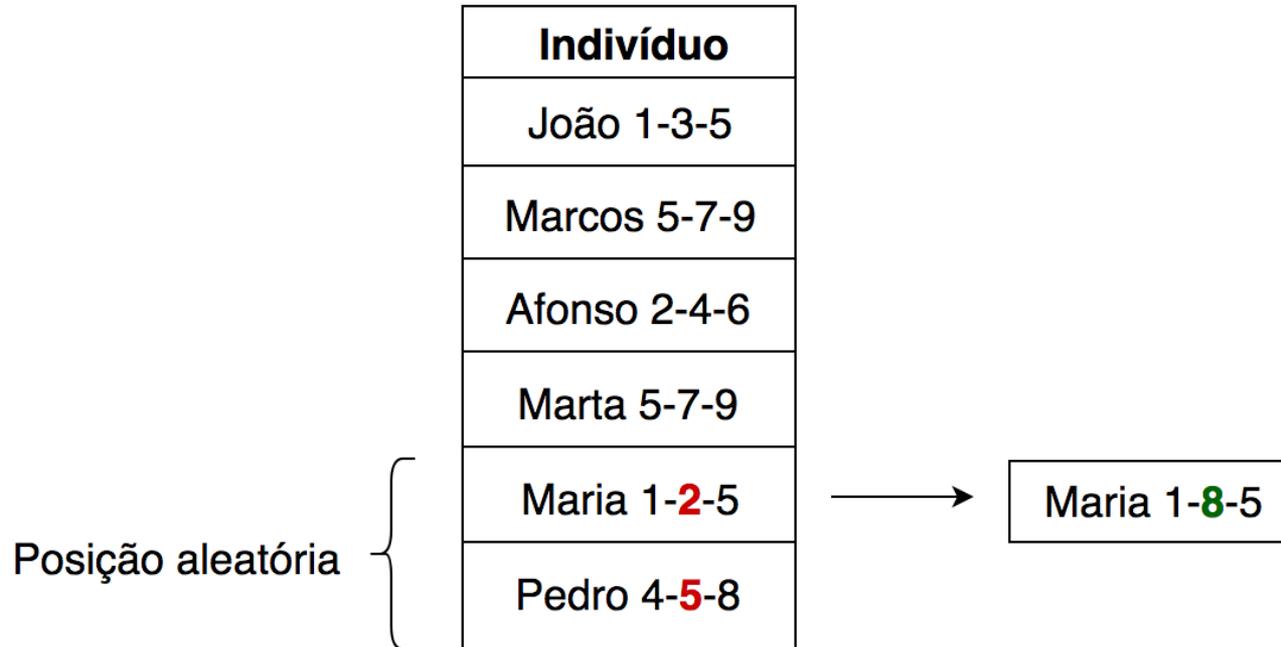
# Implementação - AG

- Gene inconsistente



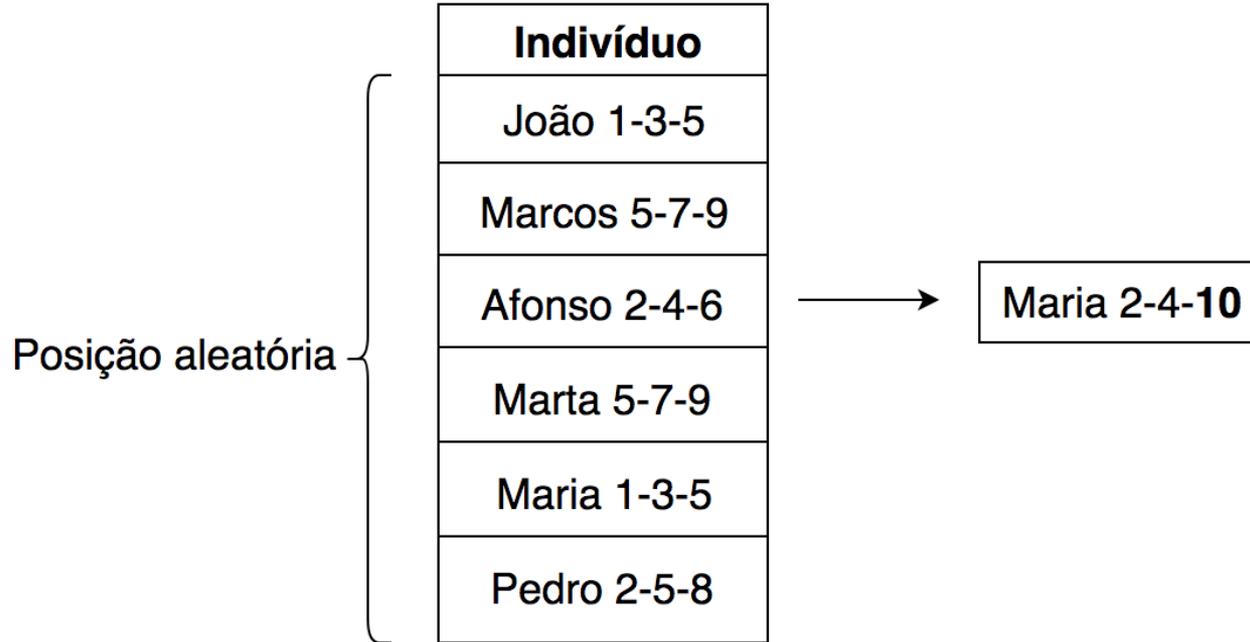
# Implementação - AG

- Mutação com a priorização do gene inconsistente



# Implementação - AG

- Mutação sem nenhum gene inconsistente



# Operacionalidade

## Parâmetros de Enfermagem

Qt Pacientes no Cuidado Mínimo

Qt Pacientes no Cuidado Intermediário

Qt Pac. no Cuidado de Alta Dependência

Qt Pacientes no Cuidado Semi-Intensivo

Qt Pacientes no Cuidado Intensivo

Índice de Segurança Técnica

Data inicial

Data final

✓ Calcular

# Operacionalidade

Quantidade de profissionais necessários: **21**

Quantidade de profissionais disponíveis: **13**

Percentual de enfermeiros necessários: **36%**

Percentual de enfermeiros disponíveis: **73.08%**

## Parâmetros do Algoritmo Genético

Geração máxima

Tamanho da população

Taxa de mutação

Taxa de cruzamento

Taxa de elitismo

 Gerar Plantão

Cancelar

# Operacionalidade

## Dados Gerais

Em execução: Não  
Data início: 17/06/2017 15:01  
Data fim: 17/06/2017 15:01  
Qt profissionais COFEN: 6  
Qt profissionais disponíveis: 13

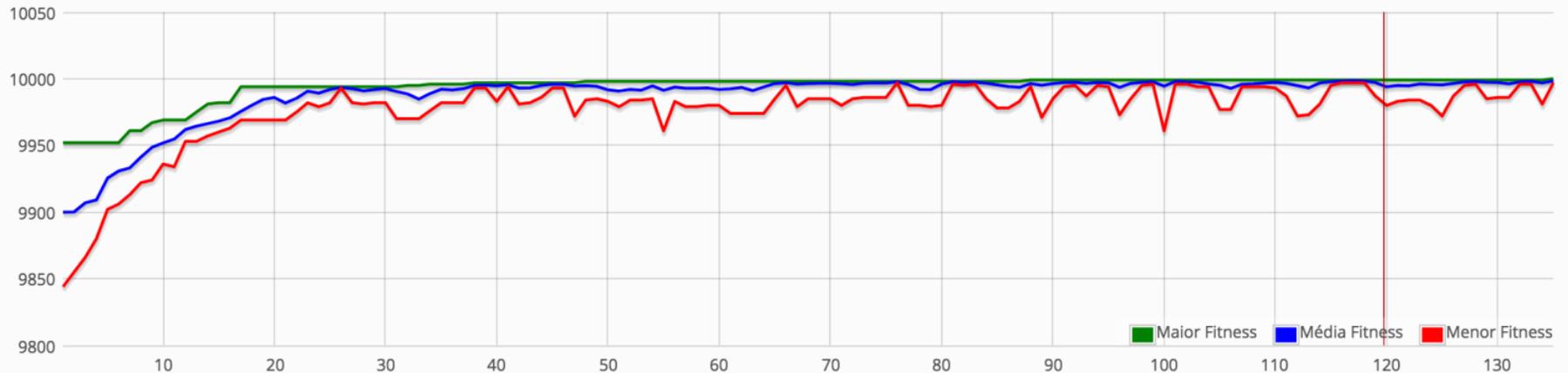
## Dados Algoritmo Genético

Geração máxima: 3000  
Tamanho da população: 15  
Taxa de mutação: 20  
Taxa de cruzamento: 95  
Taxa de eletismo: 4  
Geração atual: 135

## Dados da última geração

Maior fitness: 10000  
Média fitness: 9998.333333333334  
Menor fitness: 9997

Gerações do Algoritmo Genético



# Roteiro

- Introdução
  - Motivações
  - Objetivos
- Fundamentação teórica
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- Desenvolvimento do sistema
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementação e Operacionalidade do Sistema
- **Resultados**
- Conclusões
  - Extensões
- Demonstração

# Resultados ?

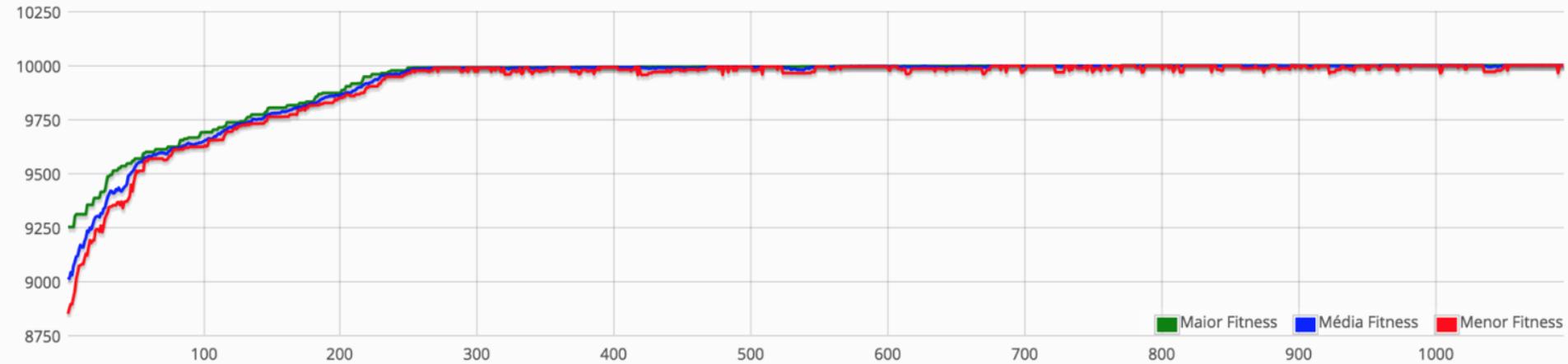
- Identificação de genes inconsistentes

| Possuí identificação do gene inconsistente | Geração final | Fitness máximo | Retornou o individuo ideal |
|--|---------------|----------------|----------------------------|
| Sim  | 1213          | 10.000         | Sim                        |
| Sim  | 1720          | 10.000         | Sim                        |
| Sim  | 1555          | 10.000         | Sim                        |
| Não  | 2524          | 10.000         | Sim                        |
| Não  | 3000          | 9.991          | Não                        |
| Não  | 2980          | 10.000         | Sim                        |

# Resultados

- Taxa de elitismo

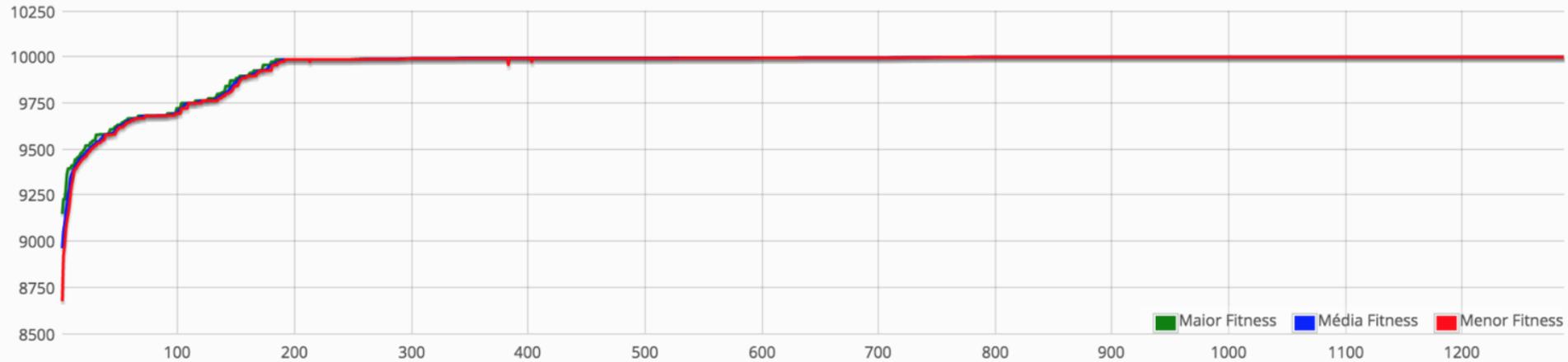
Gerações do Algoritmo Genético



# Resultados

- Taxa de elitismo

Gerações do Algoritmo Genético



# Resultados

- Taxa de mutação

| Taxa de mutação | Geração final | Fitness máximo | Retornou o individuo ideal |
|-----------------|---------------|----------------|----------------------------|
| 1%              | 3.000         | 9.999          | Não                        |
| 1%              | 3.000         | 9.997          | Não                        |
| 1%              | 3.000         | 9.999          | Não                        |
| 3%              | 1.353         | 10.000         | Sim                        |
| 3%              | 1.232         | 10.000         | Sim                        |
| 3%              | 1.130         | 10.000         | Sim                        |
| 20%             | 788           | 10.000         | Sim                        |
| 20%             | 464           | 10.000         | Sim                        |
| 20%             | 1.023         | 10.000         | Sim                        |

# Resultados

- Comparação com o plantão do Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Ayres

| Servidores  | Qua 1 | Qui 2 | Sex 3 | Sáb 4 | Dom 5 | Seg 6 | Ter 7 | Qua 8 | Qui 9 | Sex 10 | Sáb 11 | Dom 12 | Seg 13 | Ter 14 | Qua 15 | Qui 16 | Sex 17 | Sáb 18 | Dom 19 | Seg 20 | Ter 21 | Qua 22 | Qui 23 | Sex 24 | Sáb 25 | Dom 26 | Seg 27 | Ter 28 |  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| CARMEN CATARINA ANDRADE<br>CONSELHO: COREN-TO 77780 CH: 120/180       |       | PN    |       |       | PN    |       |       | PN    |       |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        | AF*PN  | AF*PN  |        |        | PN     |        |        |        | PN     |        |  |
| ELIANE LEAO GREGORIO ROCHA<br>CONSELHO: COREN-TO 398.173 CH: 0/180    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| IVANEIDE ALVES DE SOUSA NAVES<br>CONSELHO: 127851-ENF CH: 84/180      | PN    |       |       |       |       |       | PN    |       |       | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        |        |        |        | PN     |        |        |        |        |        | PN     |  |
| JANAINA ARAUJO ALENCAR REIS<br>CONSELHO: COREN-TO 323.504 CH: 12/180  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | E*PN   |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| JOSE FRANCISCO COSTA FRANCO<br>CONSELHO: 000206034 CH: 12/180         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | E*PN   |        |        |        |        |  |
| LILIAN ABREU NUNES MARTINS<br>CONSELHO: 151112-enf CH: 120/180        |       | PN    |       |       | PN    |       |       | PN    |       |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        |        | PN     |        |        | PN     |        | PN     | PN     |        |  |
| LUDOMIRA MIRANDA DE MENEIS<br>CONSELHO: COREN-TO 206.042 CH: 120/180  |       |       | PN    | PN    |       | PN    |       |       | PN    |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        |        | PN     |  |
| MILLENA SILVA FALCAO<br>CONSELHO: 293891 CH: 120/180                  | PN    |       |       | PN    |       |       | PN    |       |       | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |  |
| THEREZA CRISTINA VERAS SILVA<br>CONSELHO: COREN-TO 176.435 CH: 12/180 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | E*PN   |        |        |        |        |        |        |        |        |  |
| VANIA MARIA SALES GUIMARAES<br>CONSELHO: COREN-TO 80568 CH: 120/180   |       |       | PN    | PN    |       | PN    |       |       | PN    |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | PN     |        |        | F*PN   |        |        | PN     |        |  |

# Resultados

- Comparação com o plantão do Hospital Geral de Palmas Dr. Francisco Ayres

| <   |     | Hoje |                                      | Fevereiro 2017                         |                                       |                                      |  |                                       |                                       |  | Mês                                   |                                       |                                       | Semana                                |                                       |   | Dia                                   |  |  |  |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |  |  |   |                                       |  |   |   |   |   |
|-----|-----|------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|---|---------------------------------------|--|---|---|---|---|
| Dom | Seg | Ter  | Qua                                  | Qui                                    | Sex                                   | Sáb                                  | Dom                                    | Seg                                   | Ter                                   | Qua                                    | Qui                                   | Sex                                   | Sáb                                   | Dom                                   | Seg                                   | Ter                                     | Qua                                   | Qui                                    | Sex                                    | Sáb                                    |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |  |  |   |                                       |  |   |   |   |   |
| 29  | 30  | 31   | 1<br>07 CRISTINA RODRIGUE<br>mais +9 | 2<br>07 LUIS CARLOS RIBEIRI<br>mais +3 | 3<br>07 JOSE AIRES DOS SAN<br>mais +4 | 4<br>07 LILIAN ABREU NUNE<br>mais +4 | 5<br>07 IVANEIDE ALVES DE S<br>mais +3 | 6<br>07 JOSE FRANCISCO CO!<br>mais +4 | 7<br>07 JOSE AIRES DOS SAN<br>mais +3 | 8<br>07 LUIS CARLOS RIBEIRI<br>mais +5 | 9<br>07 IRISMAR PITOMBEIR/<br>mais +6 | 10<br>07 FRANCISCA CARDOSI<br>mais +4 | 11<br>07 LILIAN ABREU NUNE<br>mais +4 | 12<br>07 ELIANE LEAO GREGO<br>mais +3 | 13<br>07 CRISTINA RODRIGUE<br>mais +4 | 14<br>07 REGINA ALVES DA SII<br>mais +5 | 15<br>07 CRISTINA RODRIGUE<br>mais +5 | 16<br>07 MERINALVA OLIVEIR.<br>mais +3 | 17<br>07 JOSE AIRES DOS SAN<br>mais +2 | 18<br>07 VALDERICE COSTA DI<br>mais +3 | 19<br>07 LILIAN ABREU NUNE<br>mais +3 | 20<br>07 ELIANE LEAO GREGO<br>mais +6 | 21<br>07 FRANCISCA CARDOSI<br>mais +2 | 22<br>07 CRISTINA RODRIGUE<br>mais +3 | 23<br>07 FRANCISCA CARDOSI<br>mais +6 | 24<br>07 LEANNA PHATRICIA J<br>mais +3 | 25<br>07 ROUSE ANGELICA AII<br>mais +2 | 26<br>07 IVANEIDE ALVES DE S<br>mais +3 | 27<br>07 ELIANE LEAO GREGO<br>mais +7 | 28<br>07 JOSE AIRES DOS SAN<br>mais +6 | 1 | 2 | 3 | 4 |

# Resultados

- Trabalhos correlatos

| <b>Característica / correlatos</b>                     | <b>Beppler (2009)</b> | <b>Camilo e Stelle (2008)</b> | <b>Correia (2013)</b>   | <b>Sestari (2017)</b>  |
|--|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Aplicação da geração de grade de horários              | Plantão de médicos    | Plantão de enfermeiros        | Horários de professores | Plantão de enfermeiros |
| Técnica de recombinação do AG utilizada                | Uniforme              | Ponto Único                   | Multi Ponto             | Ponto Único            |
| Técnica de mutação do AG utilizada                     | Permutação            | Ponto Aleatório               | Ponto Aleatório         | Ponto Aleatório        |
| Interface gráfica utilizada                            | Aplicação Web         | Não tem                       | Aplicação Desktop       | Aplicação Web          |
| Permite a parametrização dos aspectos e técnicas do AG | Não                   | Sim                           | Sim                     | Sim                    |

# Roteiro

- Introdução
  - Motivações
  - Objetivos
- Fundamentação teórica
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- Desenvolvimento do sistema
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementação e Operacionalidade do Sistema
- Resultados
- **Conclusões**
  - Extensões
- Demonstração

# Conclusões

- Todos os objetivos do trabalho foram alcançados
- Todos os requisitos propostos foram atendidos
- Facilidade de analisar o comportamento do AG com diferentes parâmetros
- Possibilidade de ser utilizado em outras áreas com escala de plantão 12x36

# Extensões

- Calcular horas extras e de folga
- Aplicar o AG-TIME para outras áreas da enfermagem como unidades assistenciais ou a área de saúde mental
- Possibilitar o profissional cadastrar as preferências e ausências de horários
- Possibilitar o cadastro e alterações do plantão de forma manual
- Ficar de acordo com a nova versão da resolução do COFEN nº 543/2017

# Roteiro

- Introdução
  - Motivações
  - Objetivos
- Fundamentação teórica
  - Plantão de enfermagem, Algoritmos Genéticos e Trabalhos correlatos
- Desenvolvimento do sistema
  - Requisitos principais, Diagramas, Implementação e Operacionalidade do Sistema
- Resultados
- Conclusões
  - Extensões
- **Demonstração**

# Perguntas?