

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 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 Nº 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%);

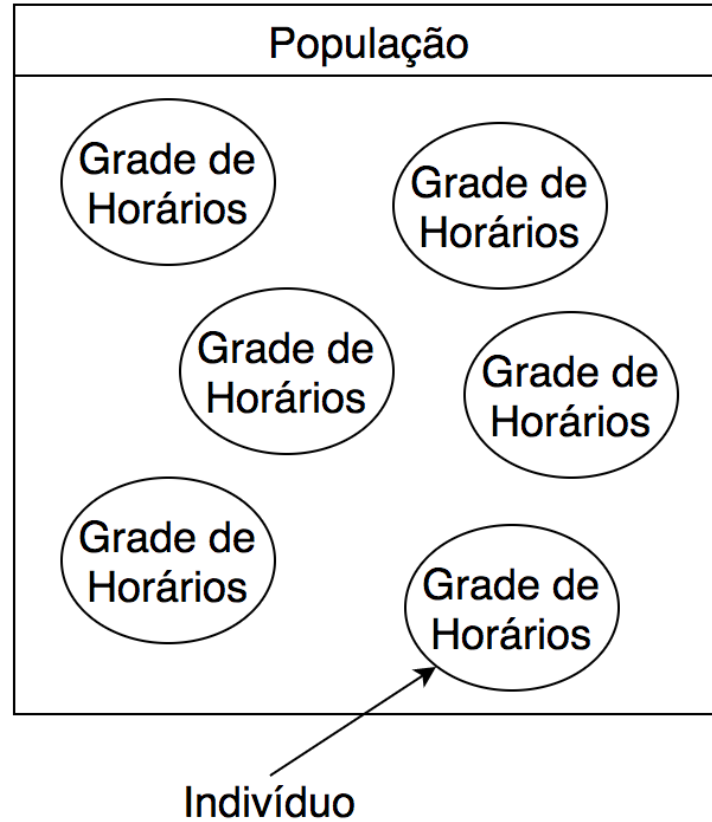
- Escala de horários no formato 12x36
 - Trabalha 12 horas e folga 36 horas
 - Utilizada em plantões de enfermagem (COREN-GO, 2016)
 - Súmula nº 444 do Tribunal Superior do Trabalho (2012)

Algoritmos Genéticos

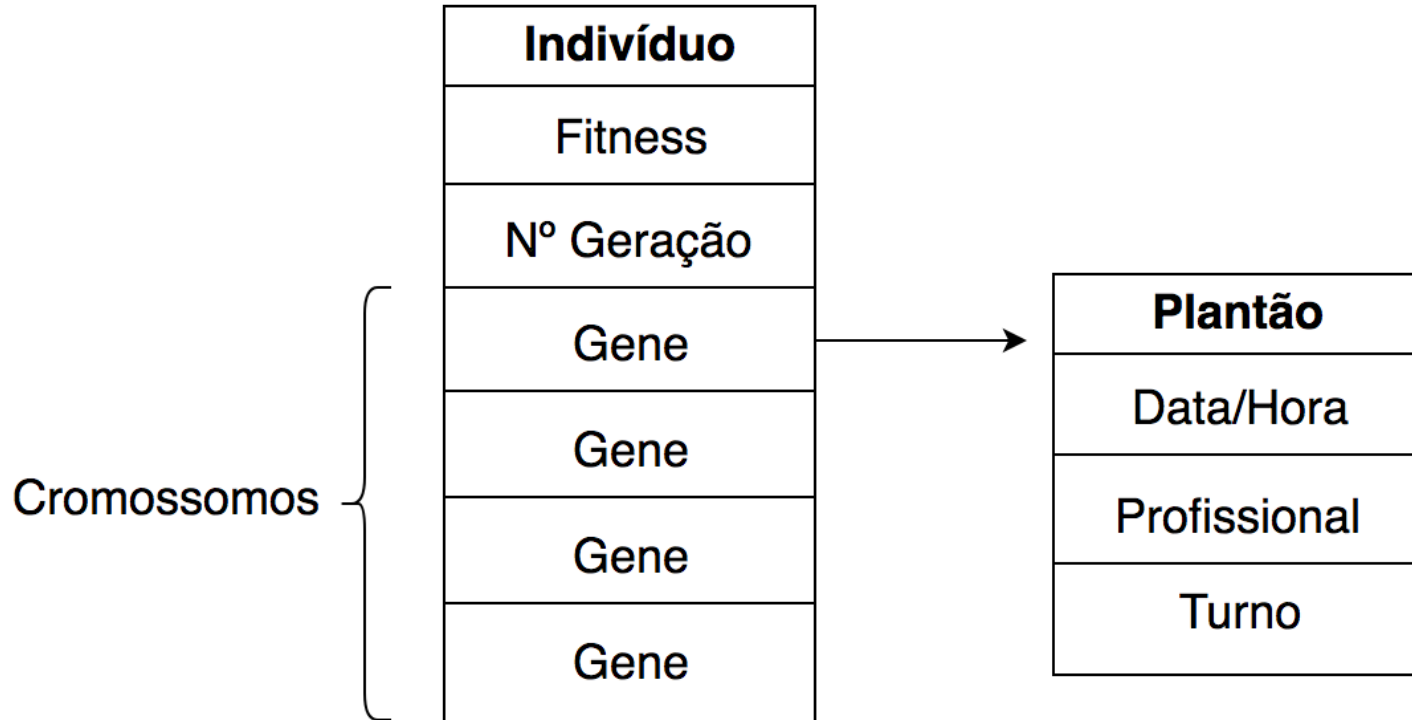
Características

- 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.

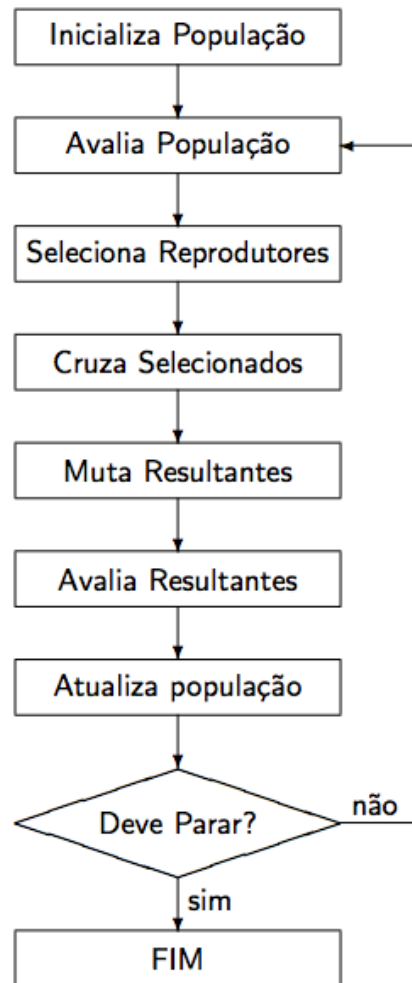
Estrutura



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 features a clock icon and the text "R.C. 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 includes a dropdown menu for "Professor: Everaldo" and buttons for "Buscar títulos do professor" and "Incluir". Below this is a table with two rows of data, each preceded by a pagination bar showing "(1 of 1)" and navigation controls. The table columns are ID, Professor, Disciplina, Curso, and Excluir.

ID	Professor	Disciplina	Curso	Excluir
13	Everaldo	Engenharia de Software	Ciência da Computação	Excluir
15	Everaldo	Processo de Software 1	Ciência da Computação	Excluir

- 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

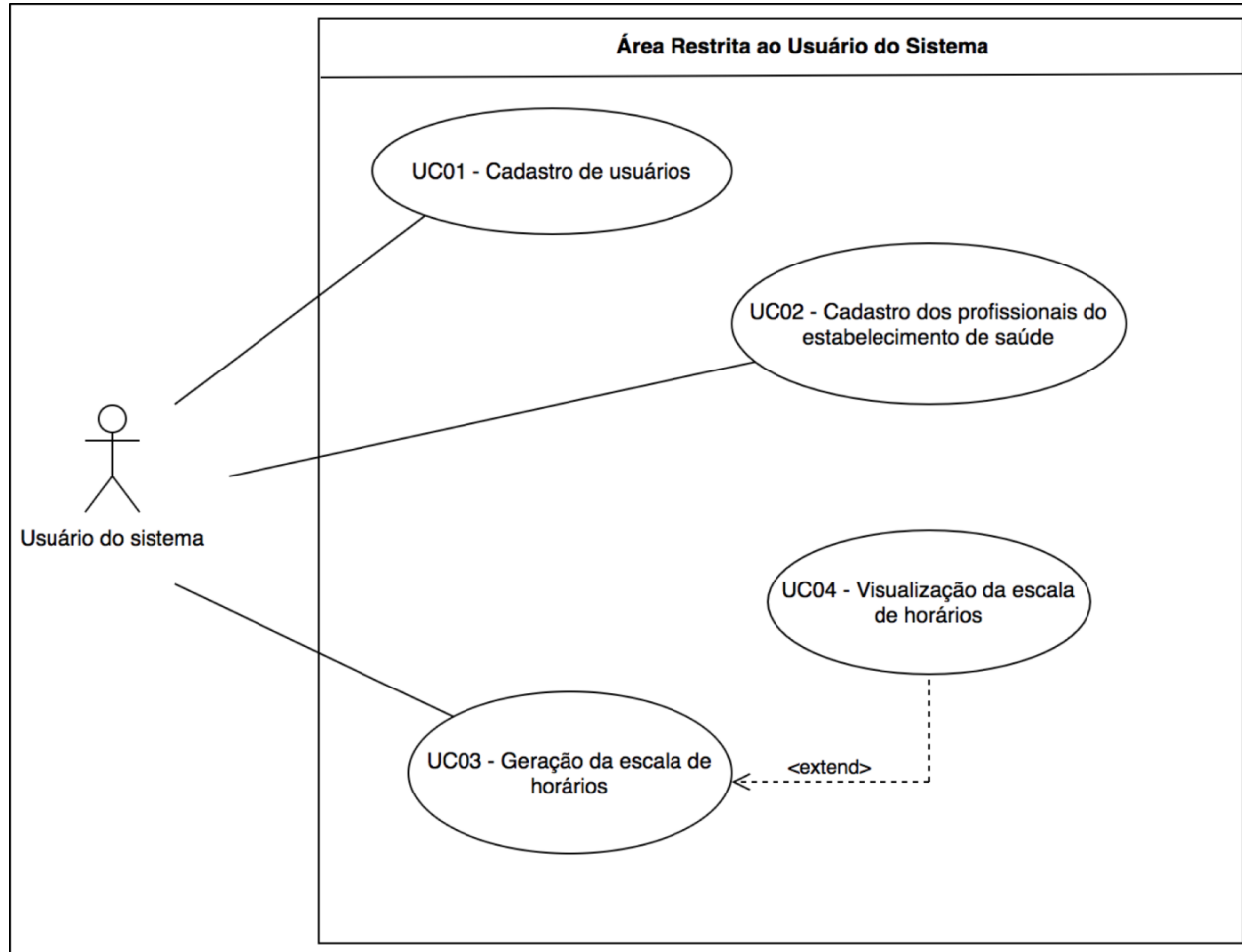


Diagrama de Atividades

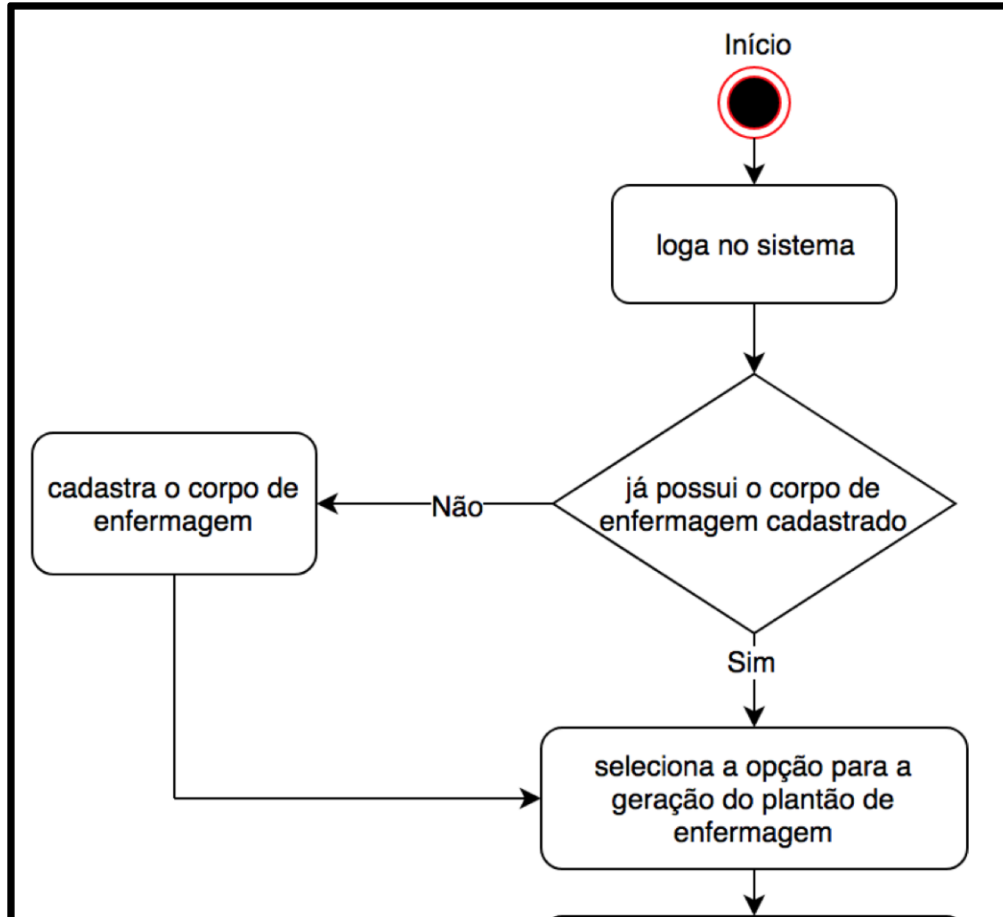


Diagrama de Atividades

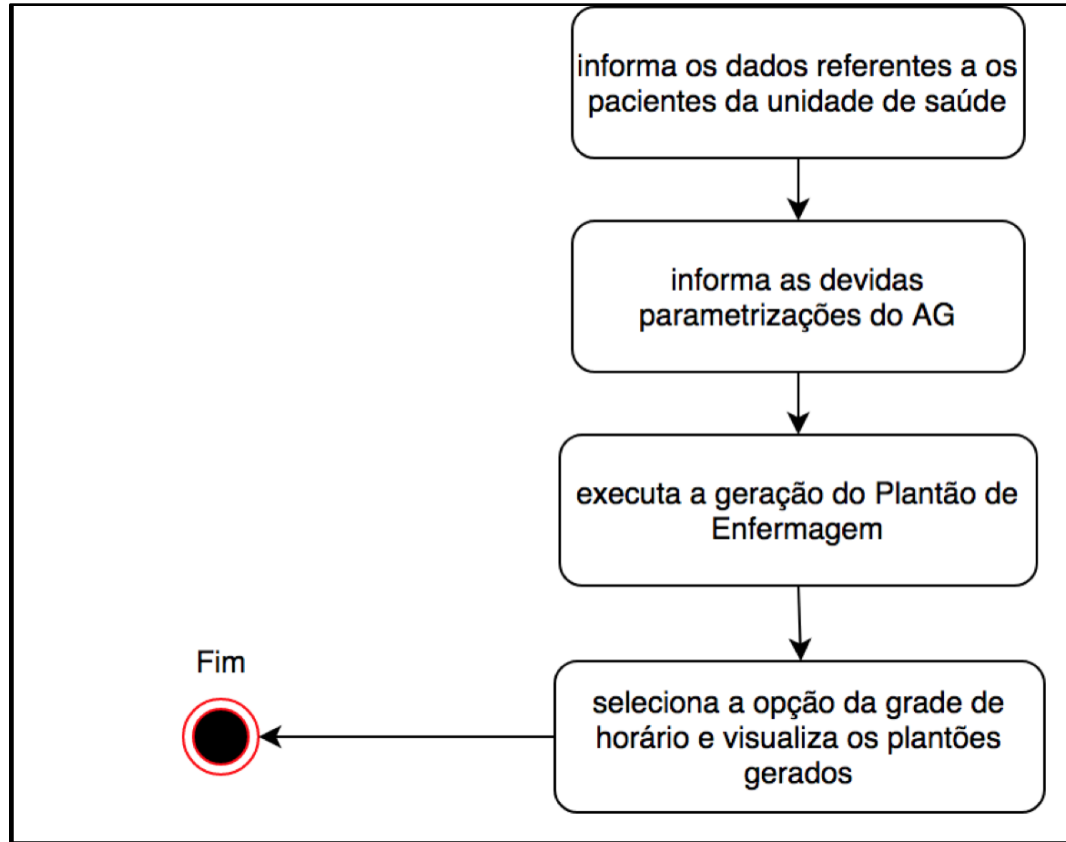
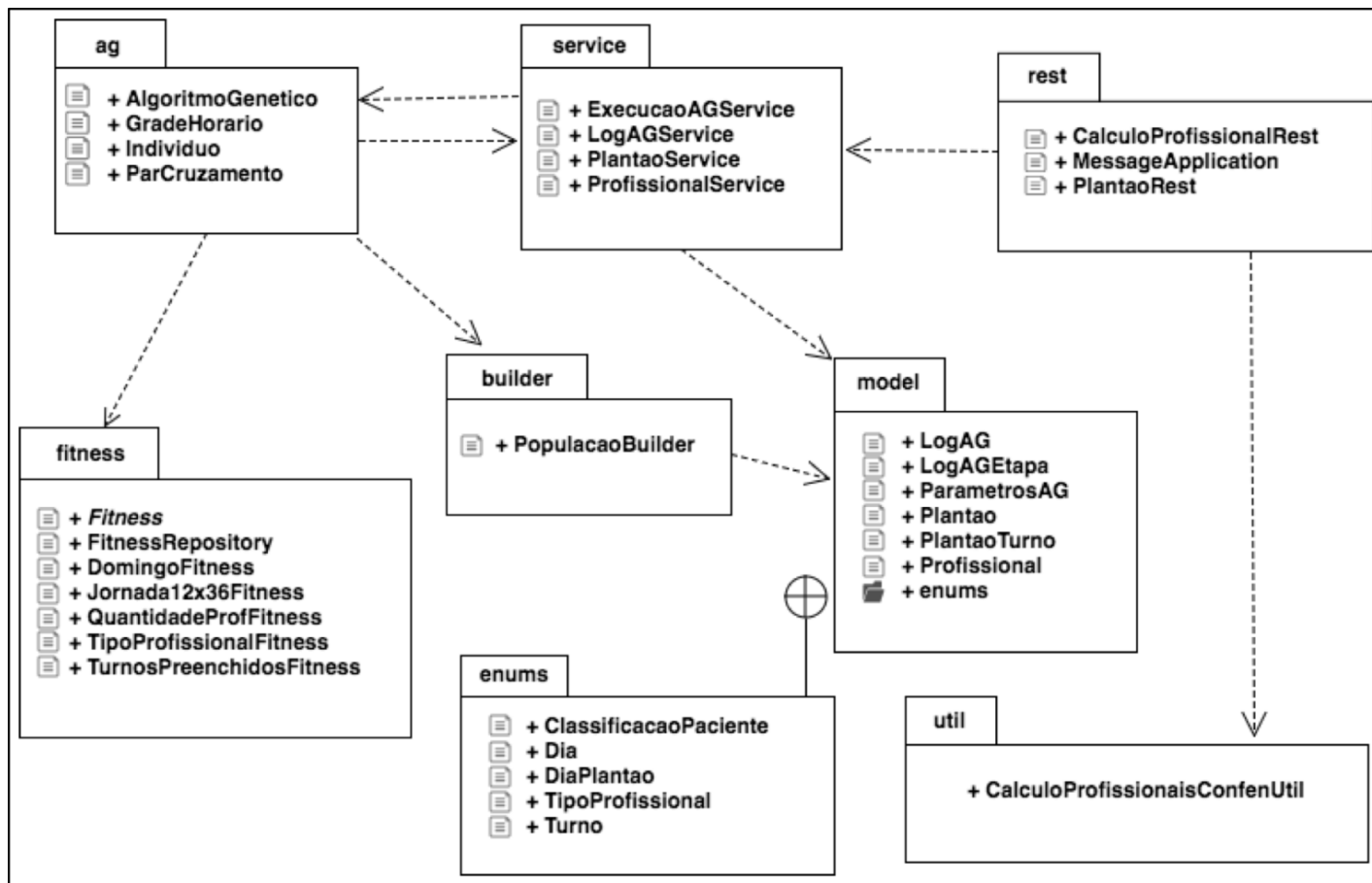


Diagrama de Pacotes



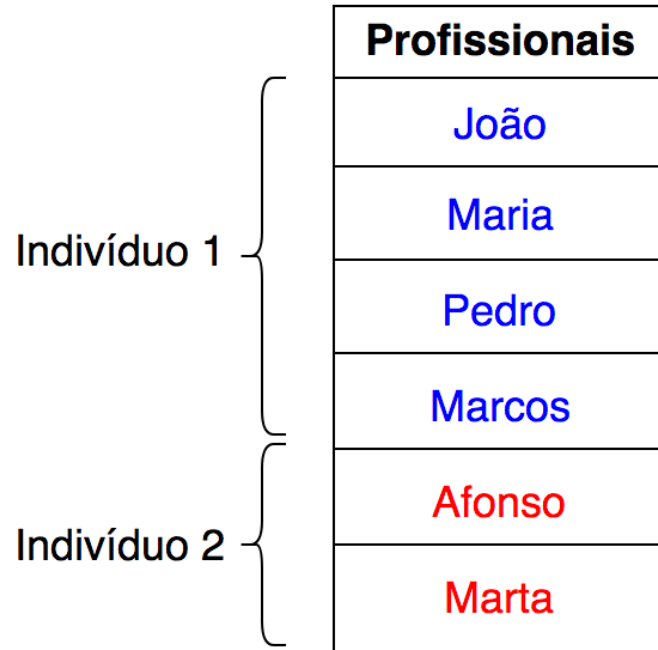
Implementação

- 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

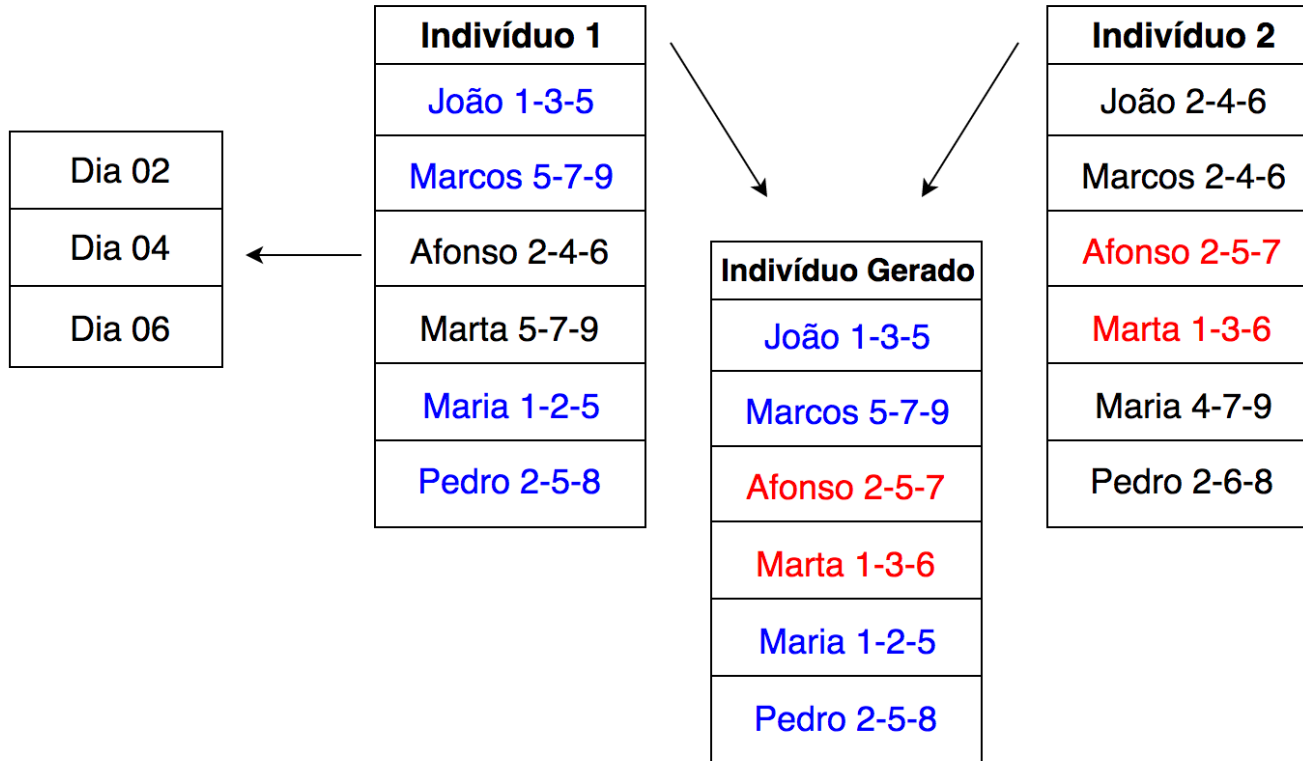
- Crossover

Ponto de corte: 4



Implementação - AG

- Crossover

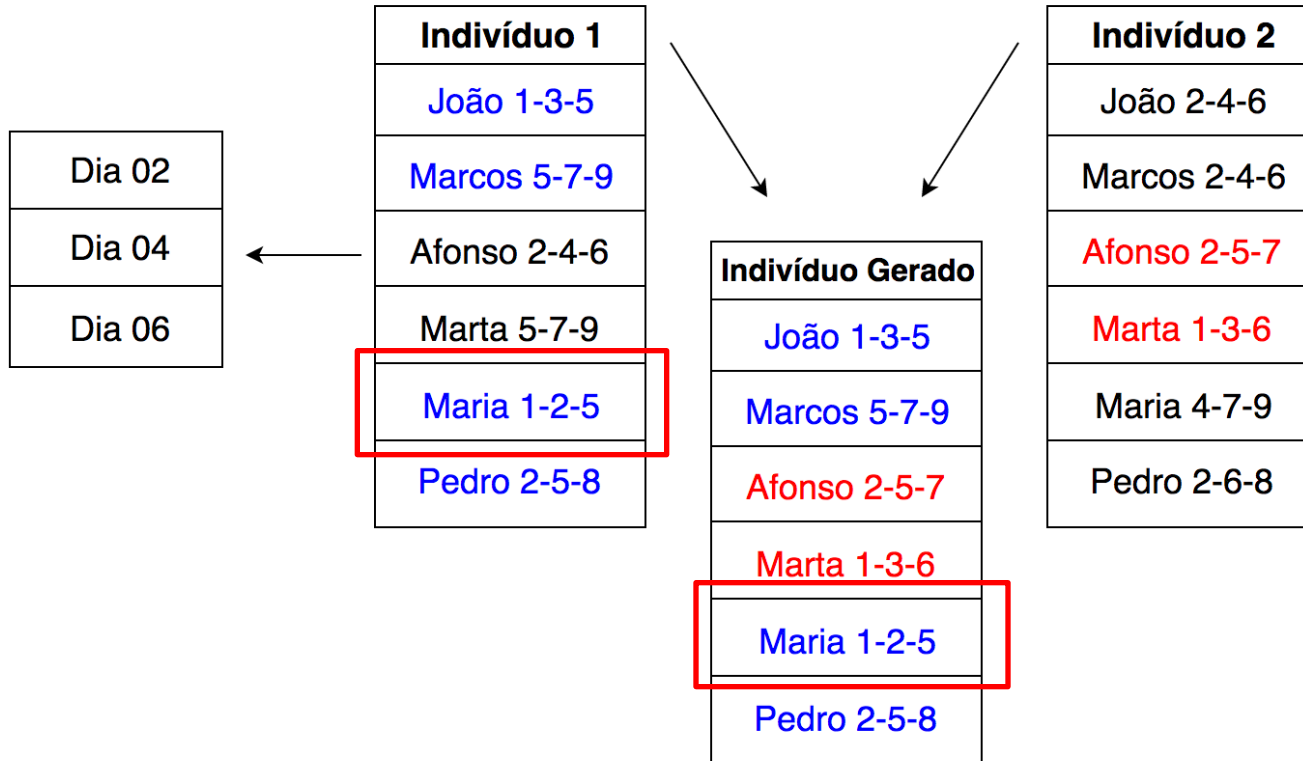


Implementação - AG

- 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)

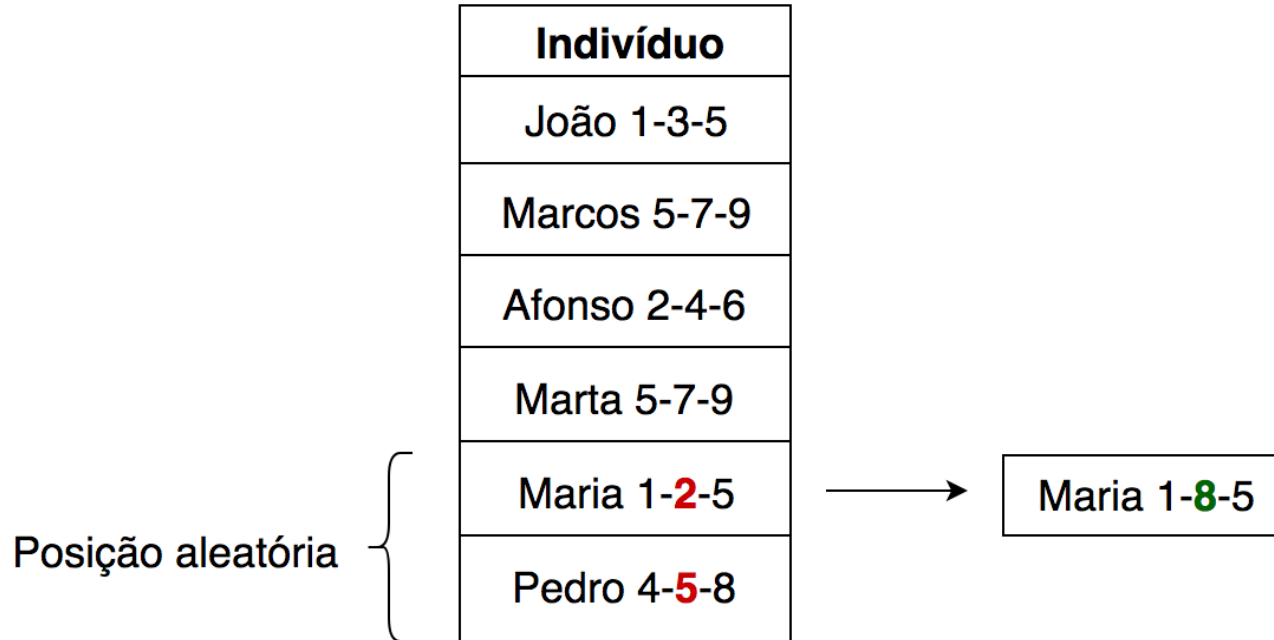
Implementação - AG

- Gene inconsistente



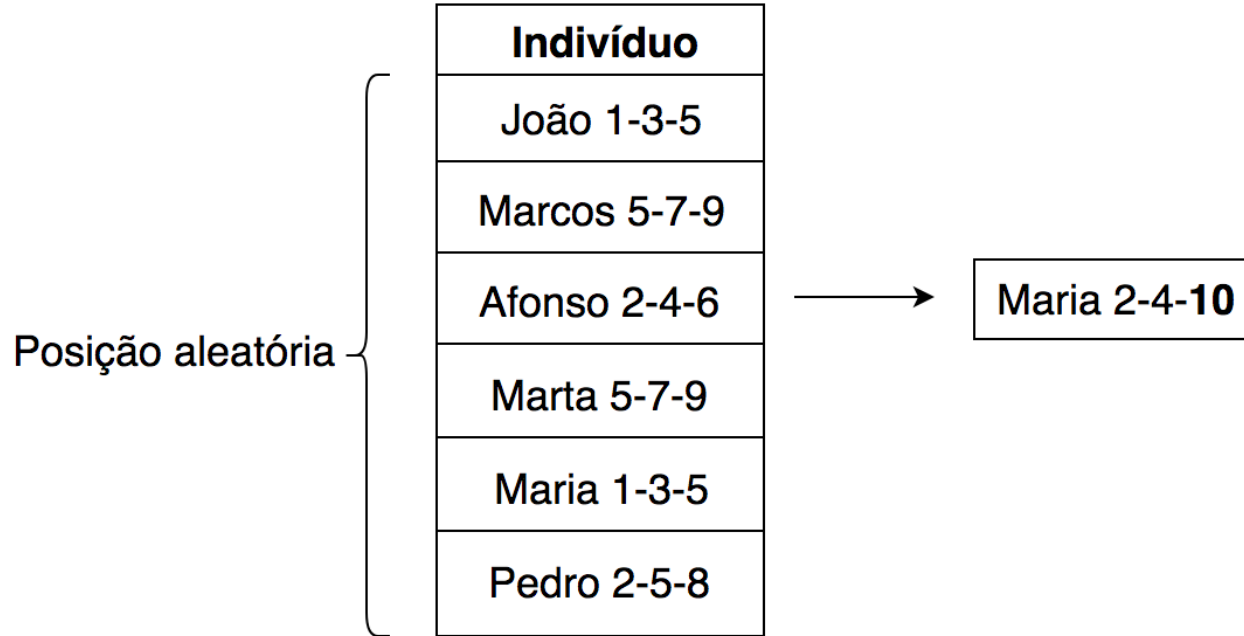
Implementação - AG

- 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

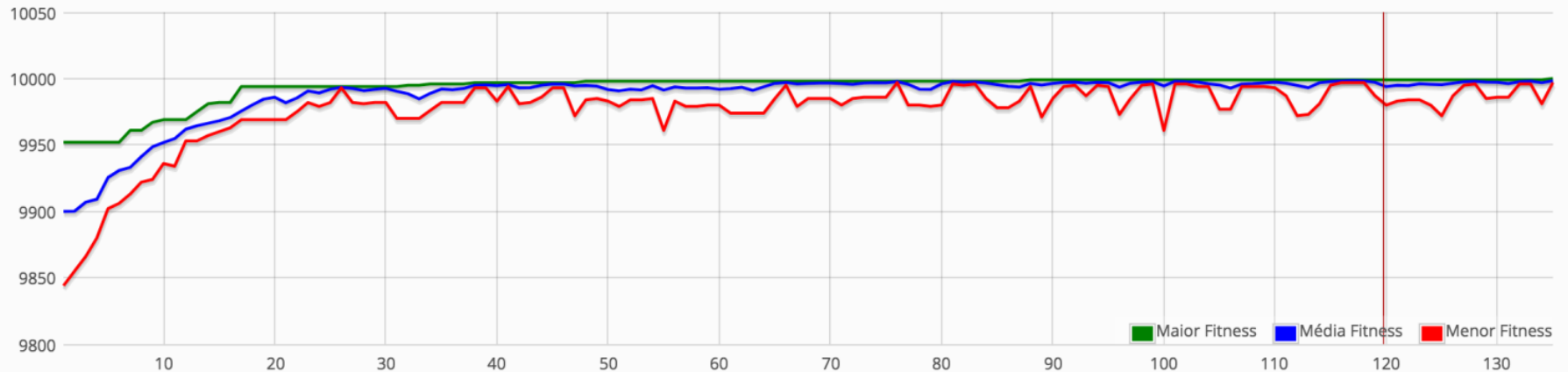
Dados Algoritmo Genético

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 ?

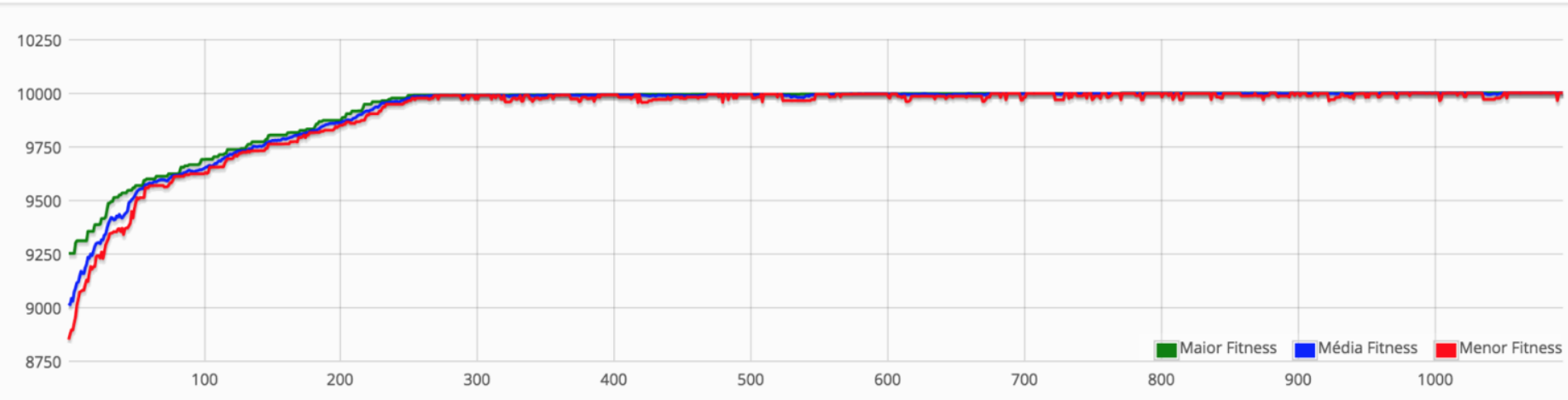
- Identificação de genes inconsistentes

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

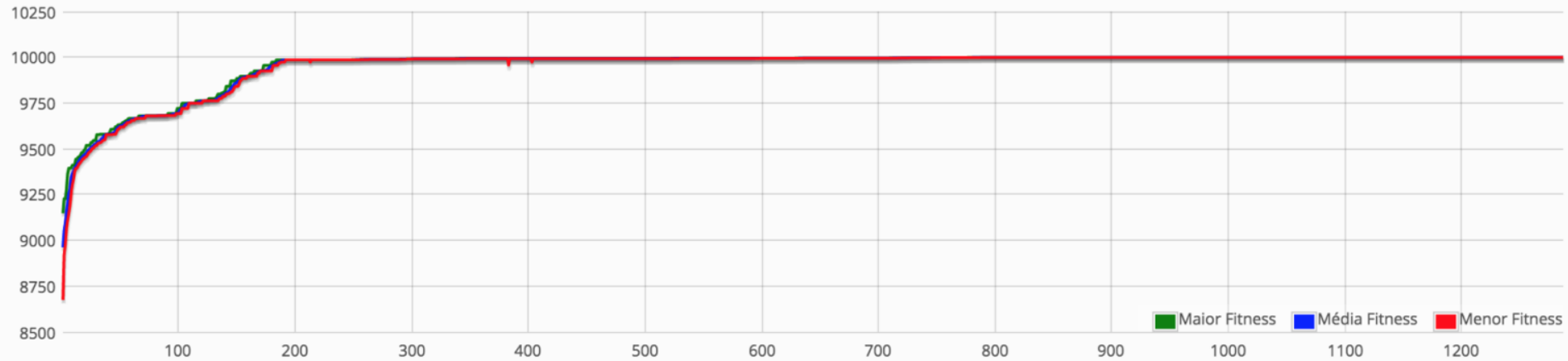
Gerações do Algoritmo Genético



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 CONSELHO: COREN-TO 77780 CH: 120/180		PN			PN			PN			PN			PN			PN		AF*PN	AF*PN			PN				PN		
ELIANE LEAO GREGORIO ROCHA CONSELHO: COREN-TO 398.173 CH: 0/180																													
IVANEIDE ALVES DE SOUSA NAVES CONSELHO: 127851-ENF CH: 84/180	PN						PN			PN			PN			PN						PN						PN	
JANAINA ARAUJO ALENCAR REIS CONSELHO: COREN-TO 323.504 CH: 12/180																				E*PN									
JOSE FRANCISCO COSTA FRANCO CONSELHO: 000206034 CH: 12/180																								E*PN					
LILIAN ABREU NUNES MARTINS CONSELHO: 151112-enf CH: 120/180		PN			PN			PN			PN			PN			PN				PN			PN		PN	PN		
LUDOMIRA MIRANDA DE MENEIS CONSELHO: COREN-TO 206.042 CH: 120/180			PN	PN		PN			PN			PN			PN			PN			PN			PN				PN	
MILLENA SILVA FALCAO CONSELHO: 293891 CH: 120/180	PN			PN			PN			PN			PN			PN			PN			PN			PN			PN	
THEREZA CRISTINA VERAS SILVA CONSELHO: COREN-TO 176.435 CH: 12/180																				E*PN									
VANIA MARIA SALES GUIMARAES 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										
29	30	31	1 07 CRISTINA RODRIGUE mais +9	2 07 LUIS CARLOS RIBEIRI mais +3	3 07 JOSE AIRES DOS SAN mais +4	4 07 LILIAN ABREU NUNE mais +4										
5 07 IVANEIDE ALVES DE S mais +3	6 07 JOSE FRANCISCO CO! mais +4	7 07 JOSE AIRES DOS SAN mais +3	8 07 LUIS CARLOS RIBEIRI mais +5	9 07 IRISMAR PITOMBEIR/ mais +6	10 07 FRANCISCA CARDOSI mais +4	11 07 LILIAN ABREU NUNE mais +4										
12 07 ELIANE LEAO GREGO mais +3	13 07 CRISTINA RODRIGUE mais +4	14 07 REGINA ALVES DA SII mais +5	15 07 CRISTINA RODRIGUE mais +5	16 07 MERINALVA OLIVEIR. mais +3	17 07 JOSE AIRES DOS SAN mais +2	18 07 VALDERICE COSTA DI mais +3										
19 07 LILIAN ABREU NUNE mais +3	20 07 ELIANE LEAO GREGO mais +6	21 07 FRANCISCA CARDOSI mais +2	22 07 CRISTINA RODRIGUE mais +3	23 07 FRANCISCA CARDOSI mais +6	24 07 LEANNA PHATRICIA J mais +3	25 07 ROUSE ANGELICA AII mais +2										
26 07 IVANEIDE ALVES DE S mais +3	27 07 ELIANE LEAO GREGO mais +7	28 07 JOSE AIRES DOS SAN mais +6														

Resultados

- Trabalhos correlatos

Característica / correlatos	Beppler (2009)	Camilo e Stelle (2008)	Correia (2013)	Sestari (2017)
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?