

# Escalonador de Ordens de Produção Utilizando Algoritmos Genéticos

- Nome: Wilian Kohler
- Supervisor na FURB: Prof. Jomi Fred Hübner
- Orientador na Empresa: Evaldo Moresco Jr.
- Empresa: Metalúrgica Siemens Ltda.

# Roteiro da Apresentação

- Introdução
- Fundamentação Teórica
- Desenvolvimento do Trabalho
- Conclusão
- Agradecimentos

# Introdução

A concorrência entre empresas que produzem o mesmo gênero de produtos tem aumentado significativamente. Os clientes, cada vez mais, estão exigindo qualidade, preços e características especiais para seus produtos.

Com intuito de atender estes clientes, empresas com visão de futuro, buscam soluções automatizadas que lhes permitam sincronizar ou escalonar da melhor forma possível os processos produtivos.

# Introdução

## Origem do Trabalho (Motivação)

Hoje a empresa onde o estágio foi realizado, não possui uma seqüência de produção das OPs. Sendo o supervisor de cada setor ou o próprio operador do recurso quem define esta seqüência, podendo ela, não ser a mais apropriada.

# Introdução

## Problema

Os recursos são, na maioria das vezes, escassos. Toda vez que um recurso acaba de executar determinada atividade, ficando vago e pronto para executar a próxima, a seguinte questão é colocada: a qual atividade este recurso deveria dedicar-se agora?

A construção de um escalonador utilizando AG, procura minimizar este problema, gerando uma seqüência de produção das OPs. Esta seqüência, resulta na produção de todas as OPs no **menor tempo possível**.

# Introdução

## Objetivo do Trabalho

O objetivo principal deste estágio supervisionado é o desenvolvimento de um software (utilizando AG da IA) para escalonar as Ordens de Produção da empresa, procurando conseguir o máximo de aproveitamento dos recursos (homem/máquina) disponíveis nesta empresa.

# Introdução

## Objetivos Específicos do Trabalho

- Facilitar o trabalho do setor de PCP no momento da programação da produção;
- Diminuir o tempo de estoque das matérias primas dos componentes em processo;
- Aumentar a produtividade e a eficiência na produção, conseguindo o máximo de aproveitamento dos recursos disponíveis na empresa;

# Introdução

## Objetivos Específicos do Trabalho

- Atender os prazos de entrega dos produtos finais aos clientes;
- Orientar o setor de PCP em relação à ociosidade de máquinas ou falta delas;
- Minimizar principalmente o custo do produto final.



# Fundamentação Teórica

## Ordens de Produção (OPs)

As ordens de produção a serem escalonadas, e seus respectivos dados, são ambos gerados através do módulo de planejamento e controle da produção do sistema ERP da empresa.

Estas OPs são responsáveis pela fabricação e controle dos componentes fabricados pelos setores de usinagem, funilaria e pintura, necessários à montagem dos produtos finais, que nesta empresa são máquinas para cozinha industrial.

# Fundamentação Teórica

## Algoritmos Genéticos (AGs)

Os AGs foram publicados inicialmente em 1975 pelo professor Jonh Holland, da Universidade de Michigam.

Estes algoritmos, baseiam-se na Teoria da Seleção Natural. Essa teoria supõe que a evolução das espécies está diretamente ligada à capacidade dos indivíduos se adaptarem ao seu habitat, onde apenas os mais aptos sobrevivem e deixam descendentes.

Estes algoritmos, apesar de serem computacionalmente muito simples, são bastante poderosos.

# Fundamentação Teórica

## AGs – Projeto de um Algoritmo Genético

Componentes que devem ser incluídos em um projeto de AG:

- Uma representação, em termos de cromossomos, das configurações do problema;
- Um maneira de criar as configurações da população inicial;
- Uma função de evolução que permite ordenar os cromossomos de acordo com a função objetivo;
- Operadores genéticos que permitem alterar a composição dos novos cromossomos gerados pelos pais durante a reprodução.

# Desenvolvimento do Trabalho

## AGs – Representação dos Cromossomo

Neste trabalho, os cromossomos foram representados através de uma *string*.

### Dados de entrada

OP	Seqüência	Recurso	Tempo de Produção
A	10	1	3
A	20	2	4
B	10	2	5
B	20	1	2
C	10	1	3
C	20	2	4

### Representação do cromossomo

A10 R1 / B20 R1 / C10 R1 – A20 R2 / B10 R2 / C20 R2

sendo:

A, B, C => OPs

10, 20 => Seqüências

R1, R2 => Recursos

# Desenvolvimento do Trabalho

## AGs – Geração da População

A quantidade de cromossomos que formam a população inicial, é o fatorial da quantidade de OPs informadas na entrada. Sendo esta população formada por todas as combinações possíveis das OPs.

### Dados de entrada

OP	Seqüência	Recurso	Tempo de Produção
A	10	1	3
A	20	2	4
B	10	2	5
B	20	1	2
C	10	1	3
C	20	2	4

### Combinações possíveis

A B C

A C B

B A C

B C A

C A B

C B A

# Desenvolvimento do Trabalho

## AG – Operador Genético Cruzamento (*Crossover*)

Foi utilizado para este trabalho o operador genético Cruzamento (*Crossover*), sendo a troca de material genético através de somente um ponto.

Os filhos gerados só serão válidos se a seqüência 20 de um recurso, estiver na mesma posição ou após a seqüência 10 do outro recurso.

PAI 1

B20 R1 / A10 R1 / C10 R1 – B10 R2 / A20 R2 / C20 R2

PAI 2

A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 – A20 R2 / C20 R2 / B10 R2

FILHO 1 – não válido

B20 R1 / A10 R1 / C10 R1 – A20 R2 / C20 R2 / B10 R2

FILHO 2 – válido

A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 – B10 R2 / A20 R2 / C20 R2

# Desenvolvimento do Trabalho

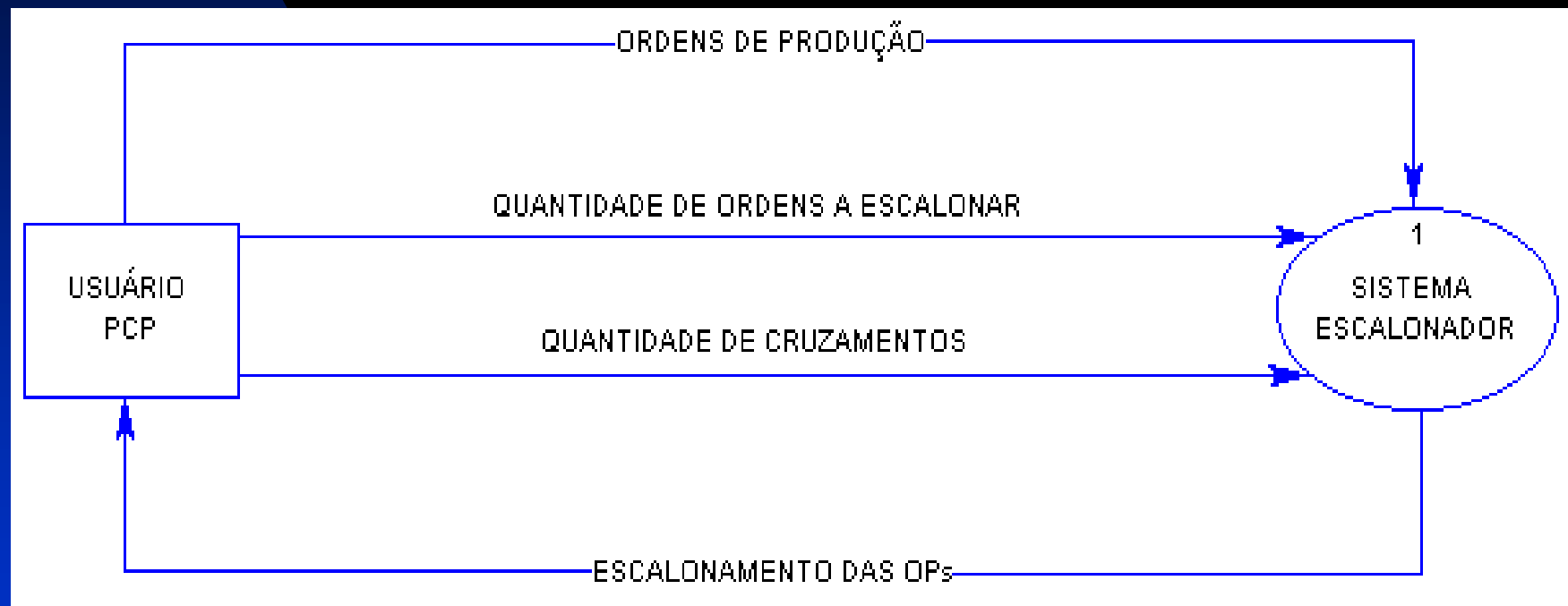
## Especificação – Técnicas e Ferramentas Utilizadas

- Para a especificação deste sistema, foi utilizada a análise estruturada, sendo apresentado o diagrama de contexto e o diagrama de fluxo de dados (DFD), ambos gerados através da ferramenta *Power Designer 6.0*;
- Para a apresentação do algoritmo do escalonador, foi utilizado um fluxograma, gerado através da ferramenta Dia.

# Desenvolvimento do Trabalho

## Especificação – Apresentação da Especificação

- Diagrama de Contexto

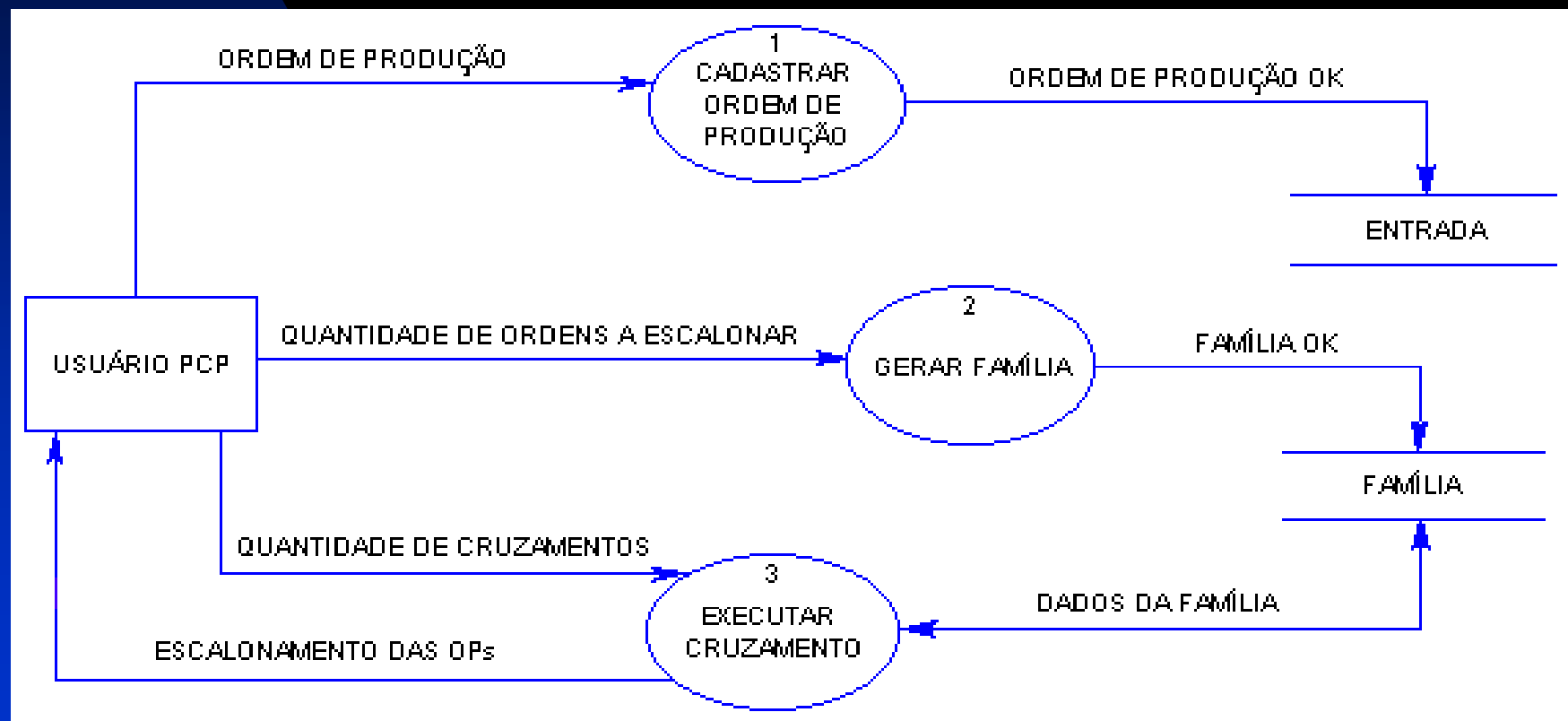




# Desenvolvimento do Trabalho

## Especificação – Apresentação da Especificação

- Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)

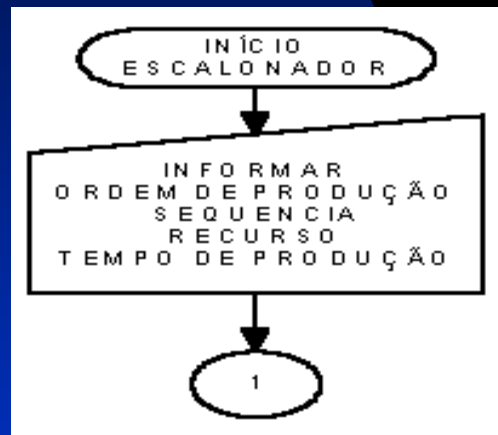


# Desenvolvimento do Trabalho

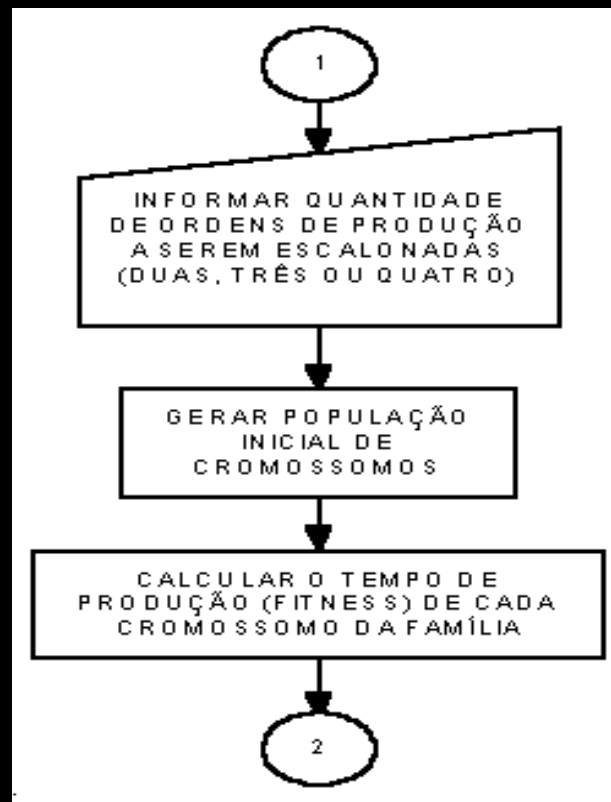
## Especificação – Apresentação da Especificação

- Fluxograma do Escalonador (tela 1, tela 2 e tela 3)

Tela 1



Tela 2



Tela 3

visualizar

# Desenvolvimento do Trabalho

## Implementação – Técnicas e Ferramentas Utilizadas

- Para a implementação deste sistema, foi utilizado o ambiente de programação *Visual Basic 6*;
- Para a geração das tabelas, foi utilizado o banco de dados *Microsoft Access 2000*.

# Desenvolvimento do Trabalho

## Implementação – Operacionalidade da Implementação

Na tela “Entrada”, o usuário informa:

Tela “ENTRADA”

- As Ops;
- As seqüências;
- Os recursos;
- Os tempos de produção.

visualizar

# Desenvolvimento do Trabalho

## Implementação – Operacionalidade da Implementação

Na tela “Família”, o usuário informa:

Tela “FAMÍLIA”

- A quantidade de OPs a serem escalonadas (2, 3 ou 4);
- Pressiona o botão “Gerar Família”.

[visualizar](#)

# Desenvolvimento do Trabalho

## Implementação – Operacionalidade da Implementação

Na tela “Cruzamento (Crossover)”, o usuário informa:

Tela “CRUZAMENTO”

visualizar

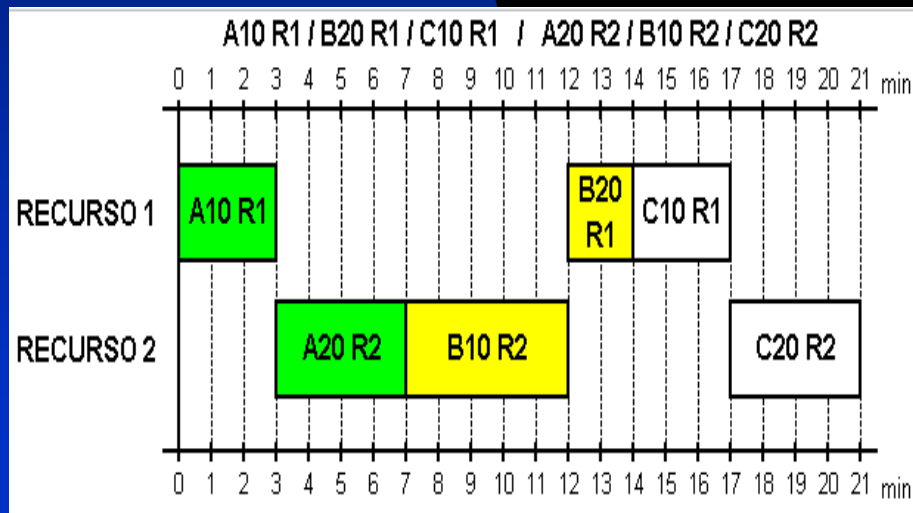
- A quantidade de Cruzamentos a serem executados;
- Pressiona o botão “Executar”.

# Desenvolvimento do Trabalho

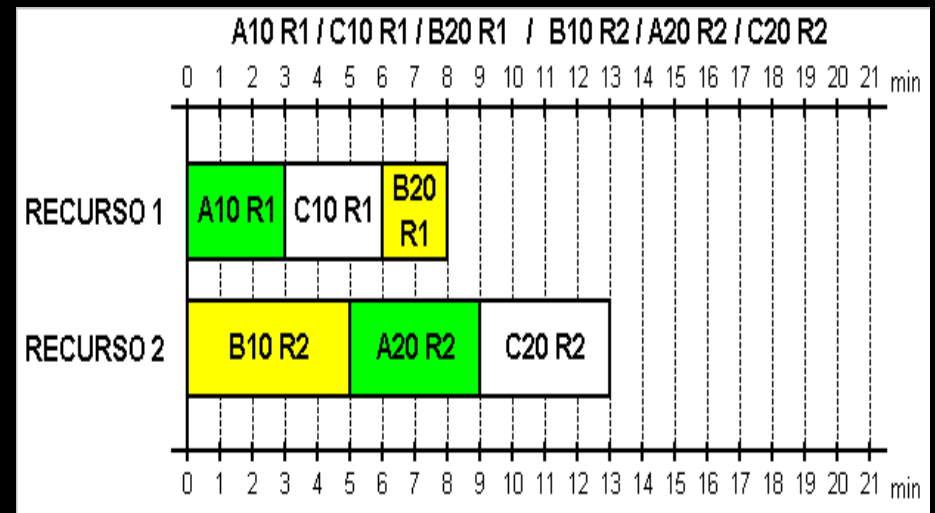
## Implementação – Resultados

O tempo total de fabricação, obtido após o escalonamento de três OPs, foi um tempo ótimo, pois foi reduzido de 21 min. (sem escalonamento) para 13 min. (com escalonamento), gerando uma redução de 8 min. no final da produção.

Sem escalonamento (21min.)



Com escalonamento (13min.)



# Conclusão

Um trabalho utilizando técnicas de Algoritmos Genéticos exige provavelmente mais tempo gasto em estudos, do que a sua própria implementação. Este é, com certeza, o motivo da não possibilidade de conclusão de todos os objetivos previamente traçados (por exemplo, o escalonamento de todas as OPs da empresa), onde agora, tem-se a absoluta certeza que se tratando de um problema dessa complexidade, é necessário um estudo de anos e não simplesmente de meses.



# Considerações Finais

- A seqüência gerada pelo escalonador, atinge os objetivos apresentados anteriormente, pois reduz o tempo total de produção das OPs.
- Enfim, sabe-se que através da técnica de Algoritmos Genéticos da Inteligência Artificial, é possível criar um escalonador para programação da produção, até porque, mesmo que não totalmente concluído (com algumas restrições), já foi possível ver horizontes claros de onde deseja-se chegar.

# Extensões

- Sugere-se que, continue o desenvolvimento da implementação utilizando-se AG, com o objetivo de escalonar todas as ordens de produção de uma empresa, não somente quatro OPs (no máximo).
- Sugere-se também que sejam realizados estudos de outras técnicas para escalonamento das OPs, tentando diminuir o tempo final de produção e com isto, diminuindo o tempo de ociosidade dos recursos.

# Agradecimentos

- Supervisor na FURB: Prof. Jomi Fred Hübner
- Empresa: Metalúrgica Siemens Ltda.
- Orientador na Empresa: Evaldo Moresco Jr.
- Professores membros desta banca e aos demais professores do curso de BCC.



# FIM

28/11/2007

28

# AG – Geração da População

## Representação do Cromossomo

Combinações  
possíveis

A B C



A10 R1 / B20 R1 / C10 R1 – A20 R2 / B10 R2 / C20 R2

A C B



A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 – A20 R2 / C20 R2 / B10 R2

B A C



B20 R1 / A10 R1 / C10 R1 – B10 R2 / A20 R2 / C20 R2

B C A



B20 R1 / C10 R1 / A10 R1 – B10 R2 / C20 R2 / A20 R2

C A B

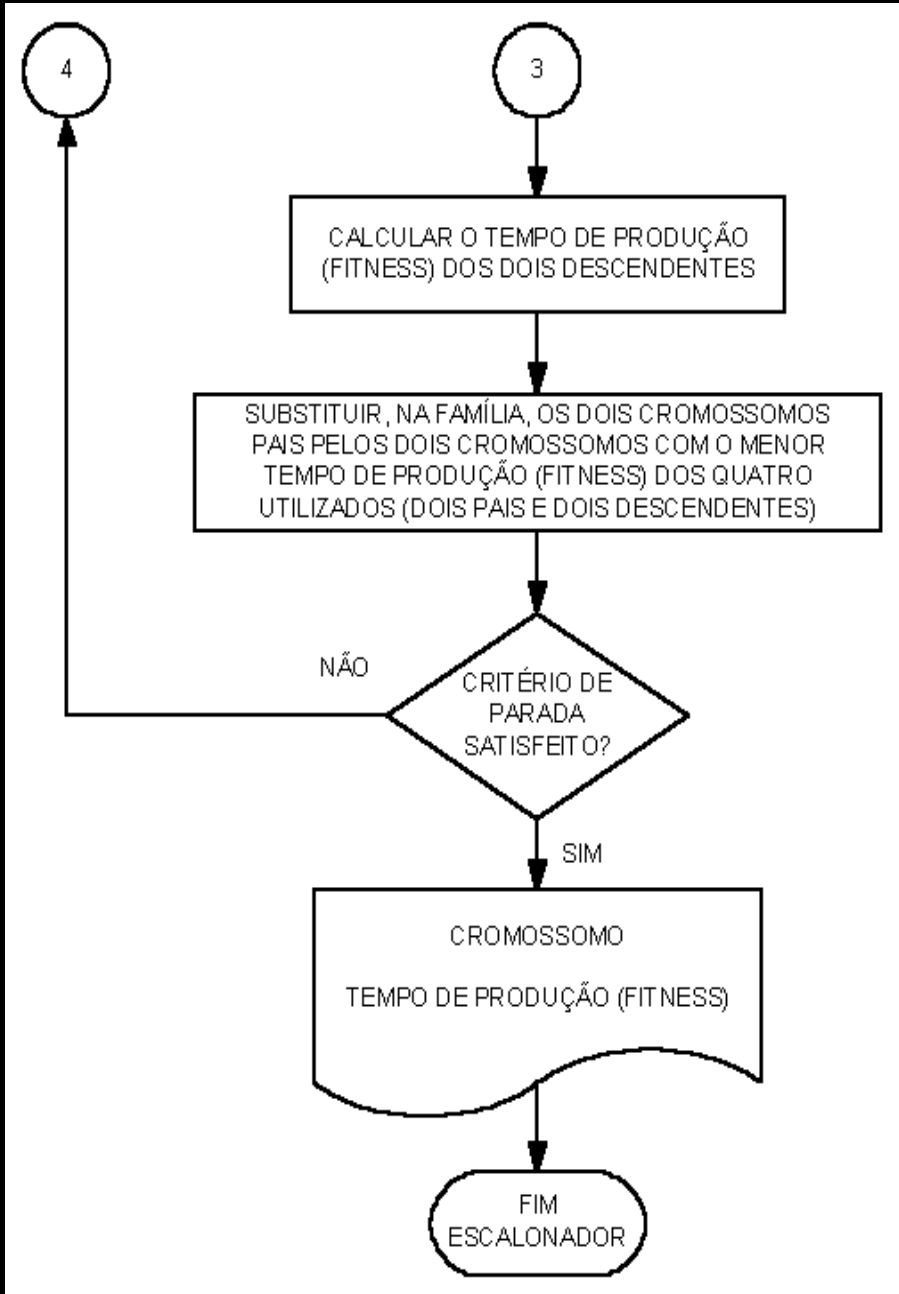
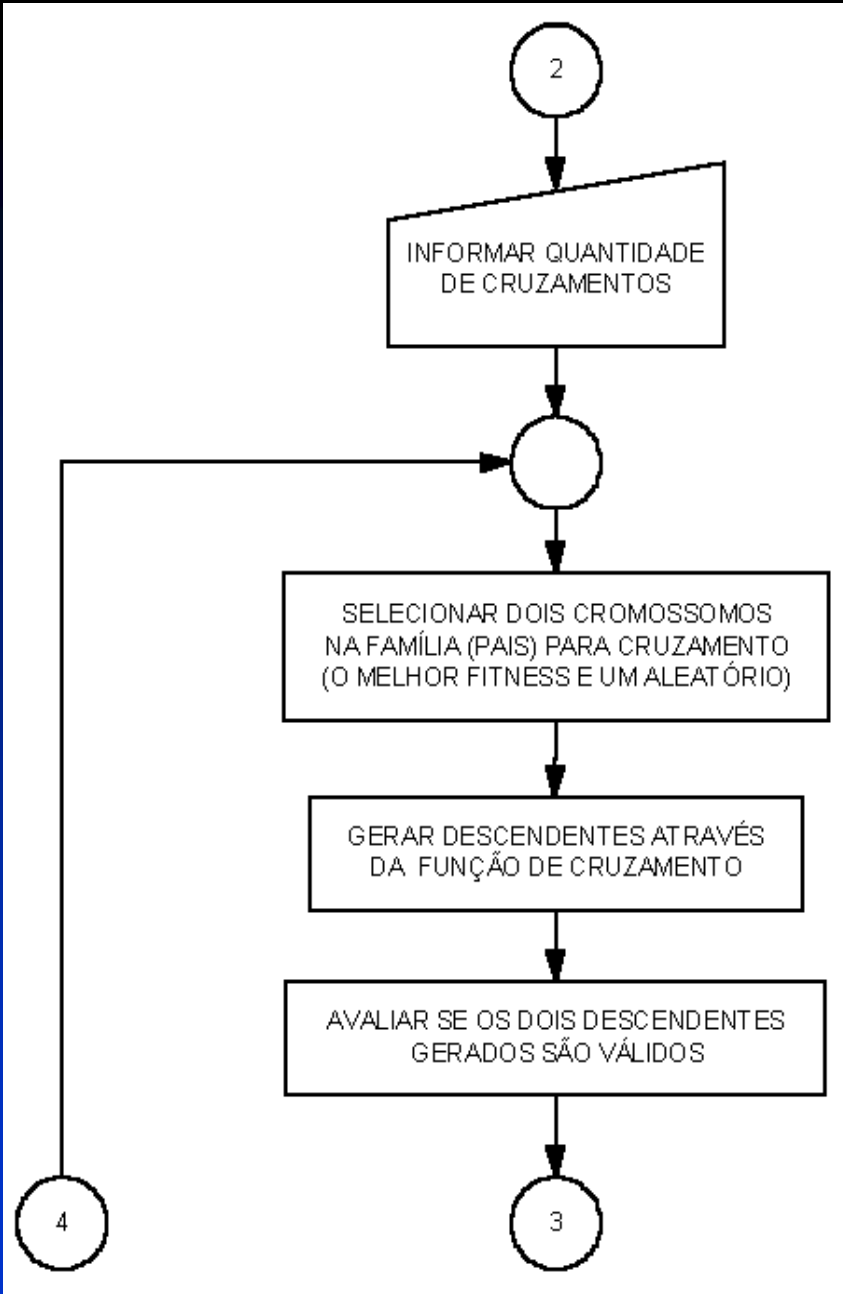


C10 R1 / A10 R1 / B20 R1 – C20 R2 / A20 R2 / B10 R2

C B A



C10 R1 / B20 R1 / A10 R1 – C20 R2 / B10 R2 / A20 R2





# METALÚRGICA SIEMSEN LTDA.

## ESCALONADOR DE ORDENS DE PRODUÇÃO



Entrada:

Família

Cruzamento (Crossover)

	OP	Sequencia	Recurso	Tempo
<input type="checkbox"/>	A	10	1	3
<input type="checkbox"/>	A	20	2	4
<input type="checkbox"/>	B	10	2	5
<input type="checkbox"/>	B	20	1	2
<input type="checkbox"/>	C	10	1	3
<input type="checkbox"/>	C	20	2	4
<input type="checkbox"/>	D	10	1	2
<input type="checkbox"/>	D	20	2	4
<input type="checkbox"/>	*			

Seqüência de produção (sem escalonamento)

Melhor seqüência de produção (com escalonamento)



# METALÚRGICA SIEMSEN LTDA.

## ESCALONADOR DE ORDENS DE PRODUÇÃO



Entrada                      Família                      Cruzamento (Crossover)

Quantidade de OP's

2    
  3    
  4

Gerar Família

```

A10 R1 / B20 R1 / C10 R1 - A20 R2 / B10 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 21
A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 - A20 R2 / C20 R2 / B10 R2 --> Tempo de Produção: 18
B20 R1 / A10 R1 / C10 R1 - B10 R2 / A20 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 18
B20 R1 / C10 R1 / A10 R1 - B10 R2 / C20 R2 / A20 R2 --> Tempo de Produção: 18
C10 R1 / A10 R1 / B20 R1 - C20 R2 / A20 R2 / B10 R2 --> Tempo de Produção: 18
C10 R1 / B20 R1 / A10 R1 - C20 R2 / B10 R2 / A20 R2 --> Tempo de Produção: 21
    
```

Sequência de produção (sem escalonamento)                      Melhor sequência de produção (com escalonamento)

```

A10 R1 / B20 R1 / C10 R1 - A20 R2 / B10 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 21
    
```

OP	SEQUÊNCIA	RECURSO	TEMPO INICIAL	TEMPO FINAL
A	10	1	000	003
B	20	1	012	014
C	10	1	014	017
A	20	2	003	007
B	10	2	007	012
C	20	2	017	021





# METALÚRGICA SIEMSEN LTDA.

## ESCALONADOR DE ORDENS DE PRODUÇÃO



Entrada                      Família                      Cruzamento (Crossover)

Quantidade de Cruzamentos

```

A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 - A20 R2 / B10 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 16
A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 - A20 R2 / C20 R2 / B10 R2 --> Tempo de Produção: 18
A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 - B10 R2 / A20 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 13
B20 R1 / C10 R1 / A10 R1 - B10 R2 / C20 R2 / A20 R2 --> Tempo de Produção: 18
C10 R1 / A10 R1 / B20 R1 - C20 R2 / A20 R2 / B10 R2 --> Tempo de Produção: 18
C10 R1 / B20 R1 / A10 R1 - C20 R2 / B10 R2 / A20 R2 --> Tempo de Produção: 21
    
```

Seqüência de produção (sem escalonamento)                      **Melhor seqüência de produção (com escalonamento)**

```

A10 R1 / C10 R1 / B20 R1 - B10 R2 / A20 R2 / C20 R2 --> Tempo de Produção: 13
    
```

OP	SEQÜÊNCIA	RECURSO	TEMPO INICIAL	TEMPO FINAL
A	10	1	000	003
C	10	1	003	006
B	20	1	006	008
B	10	2	000	005
A	20	2	005	009
C	20	2	009	013