

# Design for Manufacturing and Assembly



# Exemplo

## Considerações:

- Aplicação parcial da metodologia - DFA (redução dos custos de montagem)
- Projeto de melhoria em produto existente
- Produto exemplo: telefone



# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

Analisar  
itens

Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Desmontar



# Desmontar



# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

Analisar  
itens

Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Montar Estrutura de Produto

Produto

-	(1) Telefone CTcell	451.62	
◇	1.1 Cabo do telefone	1	12.20
+	1.2 (2) Base	1	2.63
+	1.3 (3) Handset	1	2.63

Item

Subconjunto



# Montar Estrutura de Produto



Operação

Item

1.2 (2) Base		1	2.63
◇	2.1 Base plástica	1	4.95
◇	2.2 Borracha	4	17.40
○	2.3 Reorientar base plástica	1	4.50
◇	2.4 Chapa plástica interna	1	5.36
◇	2.5 Campainha	1	4.95
◇	2.6 Parafuso campainha	2	25.70
◇	2.7 Circuito elétrico	1	8.60
◇	2.8 Parafuso circuito	3	40.07
◇	2.9 Conector Handset	1	8.45
◇	2.10 Conector Lineout	1	8.45
◇	2.11 Pino linha	1	5.25
◇	2.12 Tampa plástica	1	4.95
○	2.13 Colar feltro	1	8.28
◇	2.14 Feltro	1	5.51
○	2.15 Reorientar tampa plástica	1	4.50
◇	2.16 Pino handset	1	5.25
◇	2.17 Papel de identificação	1	5.51
◇	2.18 Protetor plástico	1	7.00
○	2.19 Reorientar subconjunto	1	4.50
◇	2.20 Parafuso tampa-base	4	56.42



# Montar Estrutura de Produto



1.3 (3) Handset		1	2.63
◇	3.1 Base plástica	1	3.45
◇	3.2 Tampa teclado	1	5.25
○	3.3 Aplicar cola do alto-falante	1	9.25
◇	3.4 Alto-falante	1	5.57
◇	3.5 Chapa metálica	2	15.42
◇	3.6 Parafuso alto-falante	2	25.70
○	3.7 Aplicar óleo de silicone	1	6.17
◇	3.8 Teclado	1	8.45
◇	3.9 Circuito 1	1	8.60
◇	3.10 Parafuso circuito 1	3	37.10
◇	3.11 Circuito 2	1	8.60
◇	3.12 Parafuso circuito 2	1	13.90
◇	3.13 Microfone	1	6.50
◇	3.14 Conector Handset	1	8.45
◇	3.15 Tampa plástica	1	7.45
○	3.16 Reorientation	1	4.50
◇	3.17 Parafuso	1	13.90
◇	3.18 Papel de identificação	1	5.51
◇	3.19 Protetor plástico	1	4.80

# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

Analisar  
itens

Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Analisar itens

## Limitações e considerações

- ↴ Volume de produção: 10.000 telefones/mês
- ↴ Ciclo de vida do produto: 4 anos
- ↴ Operação de parafusar: manual
- ↴ Não foram considerados custos de ferramental
- ↴ Não foram considerados custos de fabricação
- ↴ Acesso aos itens independente de deslocamento do operador
- ↴ Custo de montagem: R\$4,00/h

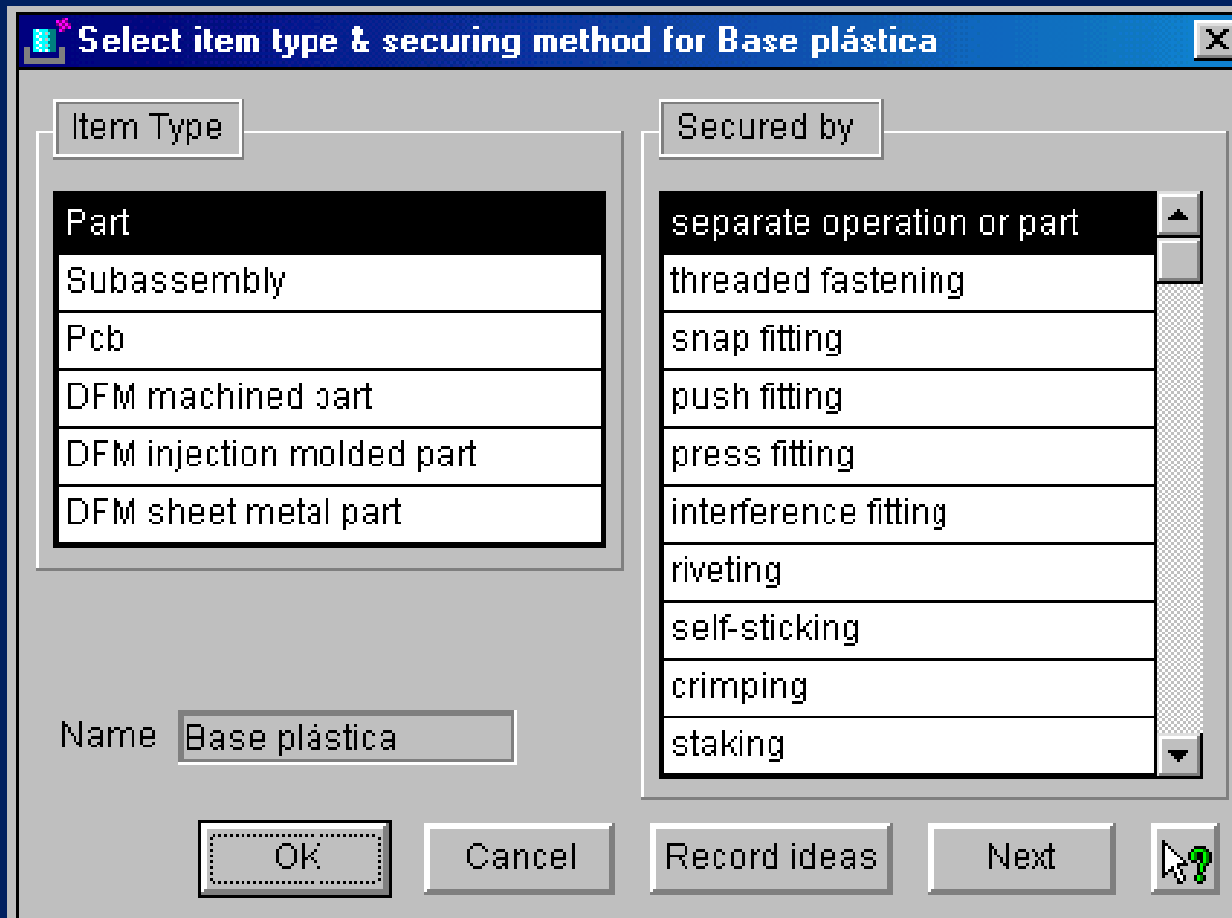
# Analisar itens

## Perguntas de DFA

<b>Basic DFA</b>	Extended
Definition & Repeats	<input checked="" type="checkbox"/> Part, secured by separate operation 1
Minimum part criteria	<input checked="" type="checkbox"/> Assembly or disassembly
Shape, symmetry, size	<input checked="" type="checkbox"/> Block, long dim.=230.00, sm. dim. >= 2 mm, sym. 360x3
Handling difficulties	<input checked="" type="checkbox"/> No difficulties
Insertion difficulties	<input checked="" type="checkbox"/> Alignment
Fetching distances	<input checked="" type="checkbox"/> Item within easy reach

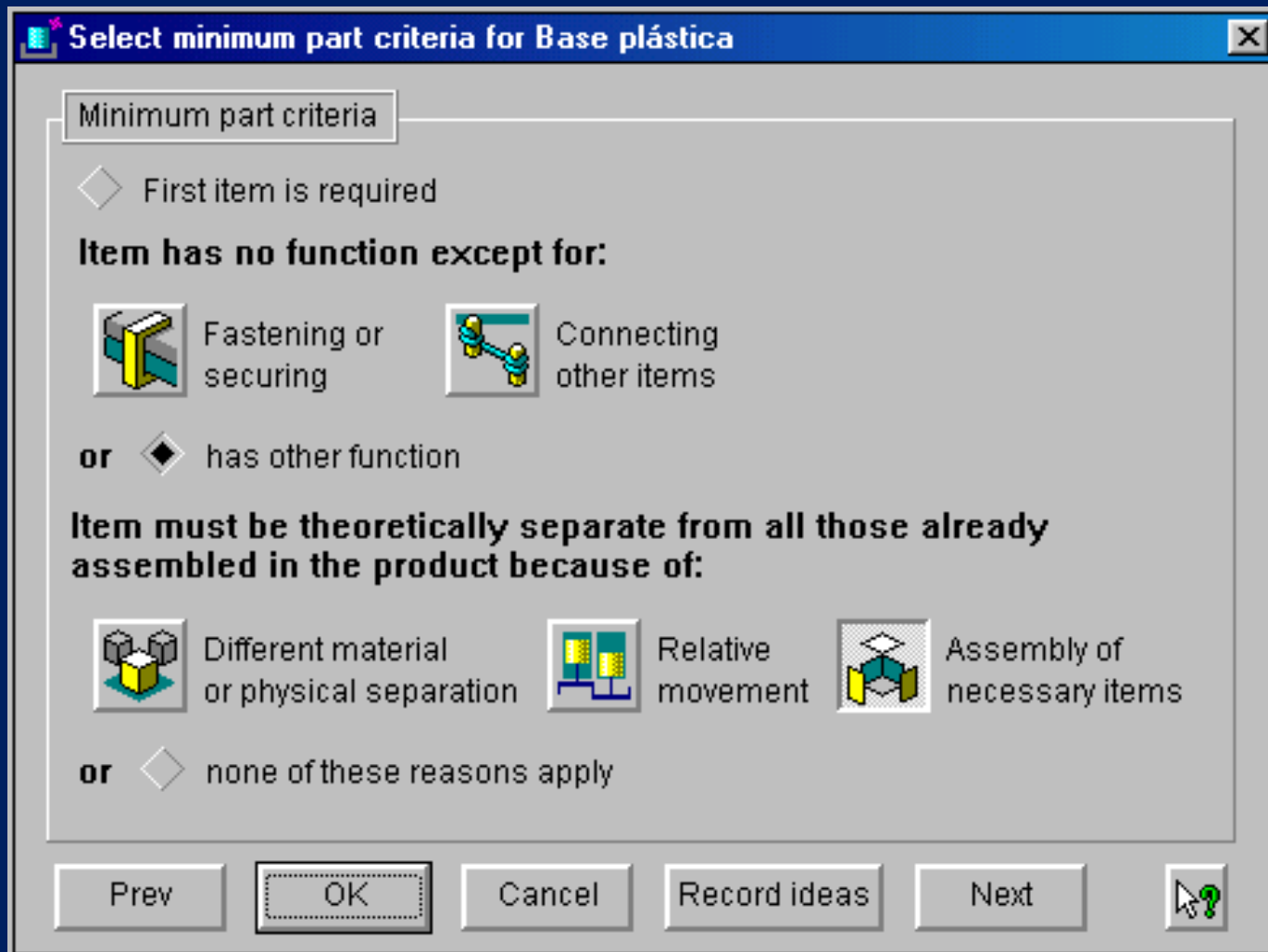
# Analisar itens

Seleção do tipo do item e do método de fixação



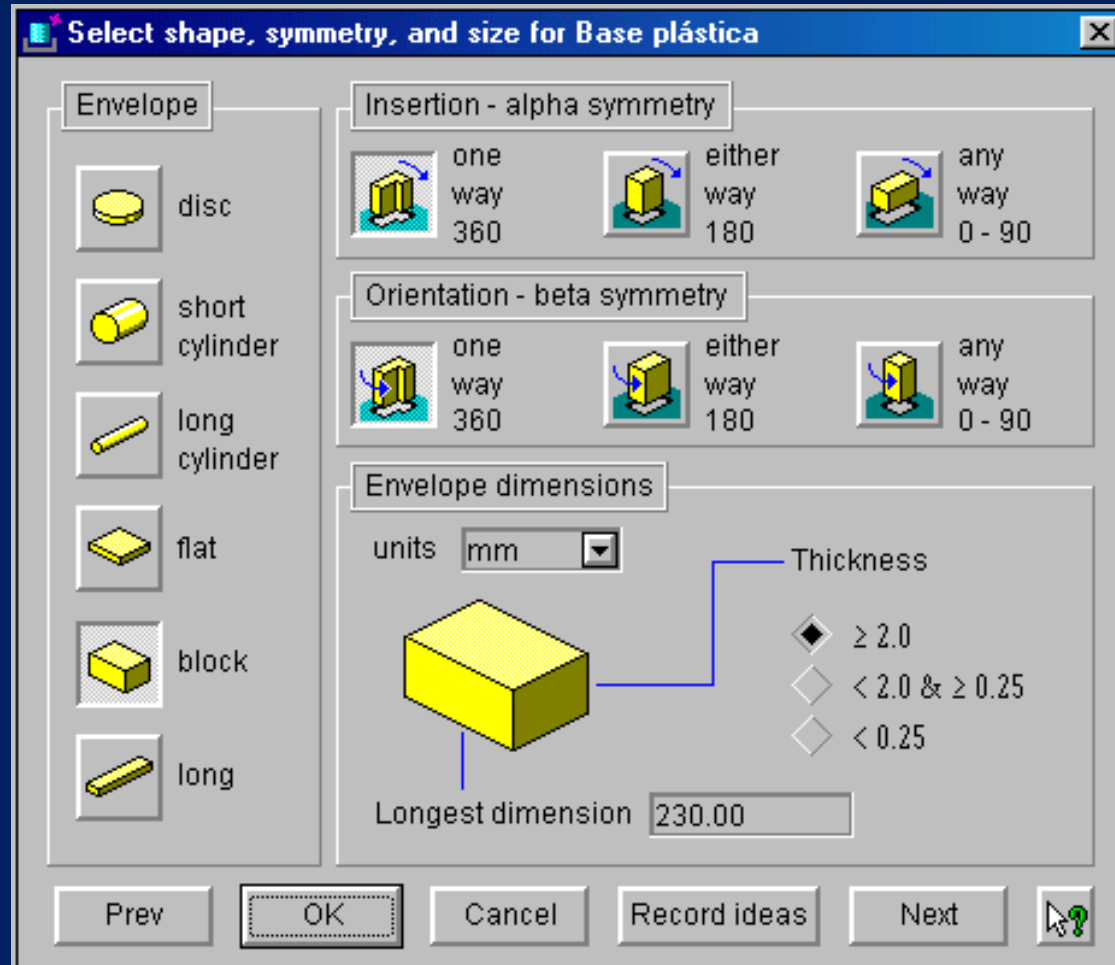
# Analisar itens

## Determinação do número mínimo de itens



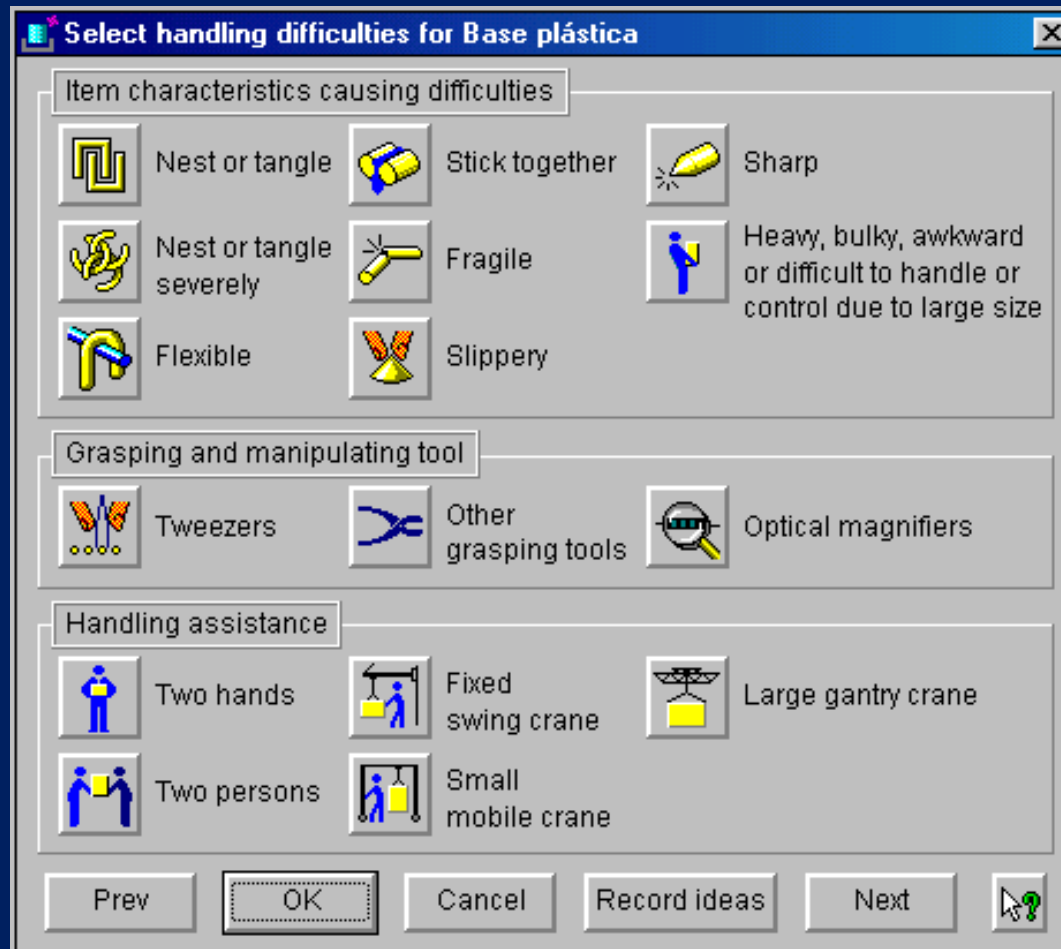
# Analisar itens

Seleção de forma geométrica, simetria e orientação



# Analisar itens

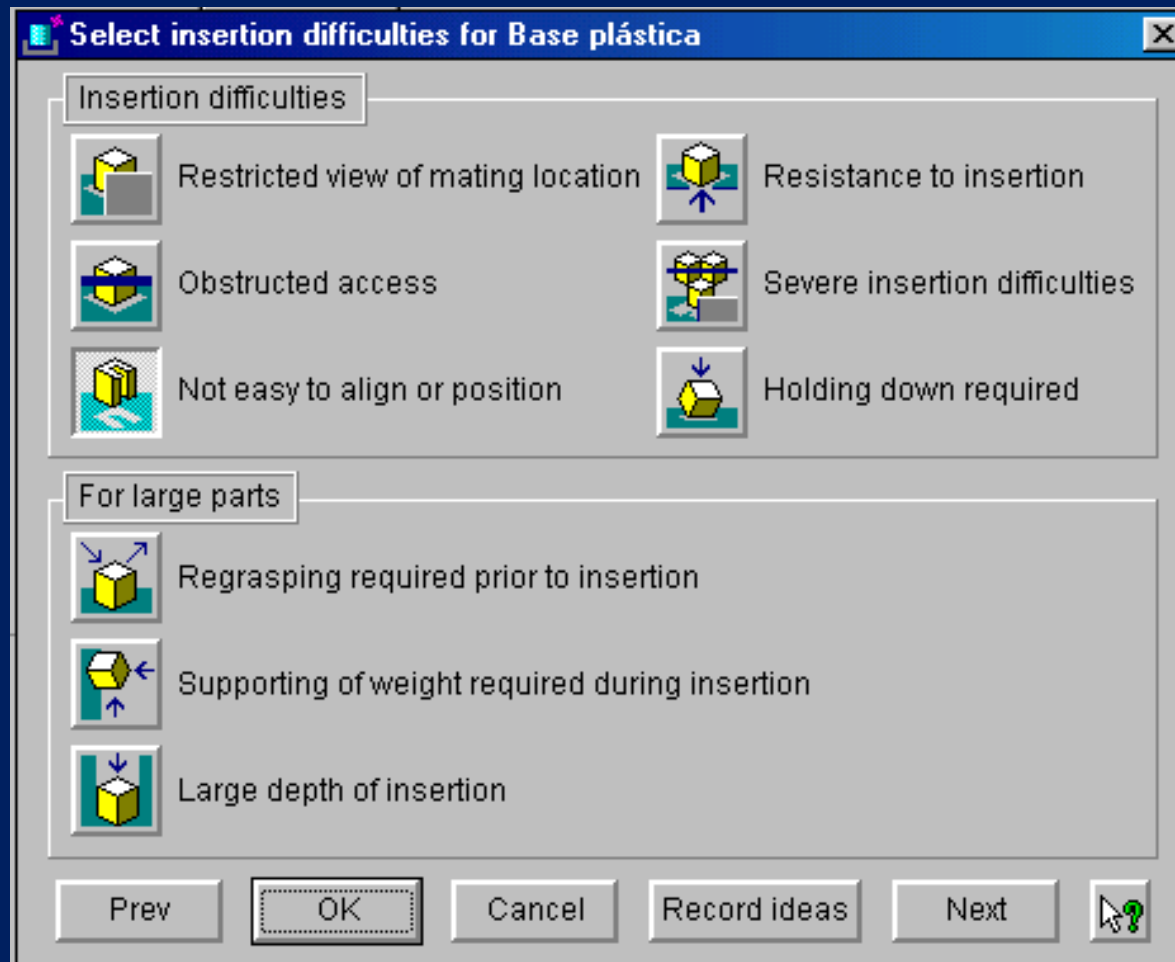
## Determinação das dificuldades de manipulação





# Analisar itens

## Determinação das dificuldades de inserção



# Analisar itens

Determinação do deslocamento necessário



# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

Analisar  
itens

Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Avaliar informações

No.	Type	Name	Level	Status	Repeat count	Total time, s	Labor rate (\$/hr)	Labor cost, \$
1	Main	Telefone CTcell	0	Analysis complete	1	17.46	4.00	0.02
2	Sub	Base	1	Analysis complete	1	235.60	4.00	0.26
3	Sub	Handset	1	Analysis complete	1	198.57	4.00	0.22

-	(1) Telefone CTcell	451.62
◇	1.1 Cabo do telefone	1 12.20
+	1.2 (2) Base	1 2.63
+	1.3 (3) Handset	1 2.63

451,62 seg

\$ 0,50

32,81

⇩ Tempo total

⇩ Custo total

⇩ Índice de DFA

Mode: Assembly

Time shown in seconds

Minimum Items: 33

DFA Index: 32.81

# Avaliar informações

## Tabela do potencial de melhoria

No.	Sub/entry no.	Type	Name	Repeat count	Min. items	Tool fetching time, s	Handling time, s	Insertion or op'n time, s	Total time, s	Labor cost \$
1	1.1	Part	Cabo do telefone	1	0	0.00	4.10	8.10	12.20	0.01
2	1.2	Sub2	Base	1	-	0.00	1.13	1.50	2.63	0.00
3	2.1	Part	Base plástica	1	1	0.00	1.95	3.00	4.95	0.01
4	2.2	Part	Borracha	4	3	0.00	2.55	1.80	17.40	0.02
5	2.3	Oper	Reorientar base plástica	1	-	-	-	4.50	4.50	0.00
6	2.4	Part	Chapa plástica interna	1	0	0.00	2.36	3.00	5.36	0.01
7	2.5	Part	Campainha	1	1	0.00	1.95	3.00	4.95	0.01
8	2.6	Part	Parafuso campainha	2	1	2.90	1.80	9.60	25.70	0.03
9	2.7	Part	Circuito elétrico	1	1	0.00	5.60	3.00	8.60	0.01
10	2.8	Part	Parafuso circuito	3	2	2.90	1.80	10.59	40.07	0.04
11	2.9	Part	Conector Handset	1	1	0.00	1.95	6.50	8.45	0.01
12	2.10	Part	Conector Lineout	1	1	0.00	1.95	6.50	8.45	0.01
13	2.11	Part	Pino linha	1	1	0.00	1.95	3.30	5.25	0.01
14	2.12	Part	Tampa plástica	1	1	0.00	1.95	3.00	4.95	0.01
15	2.13	Oper	Colar feltro	1	-	3.00	-	-	8.28	0.01
16	2.14	Part	Feltro	1	0	0.00	2.51	3.00	5.51	0.01

# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

Analisar  
itens

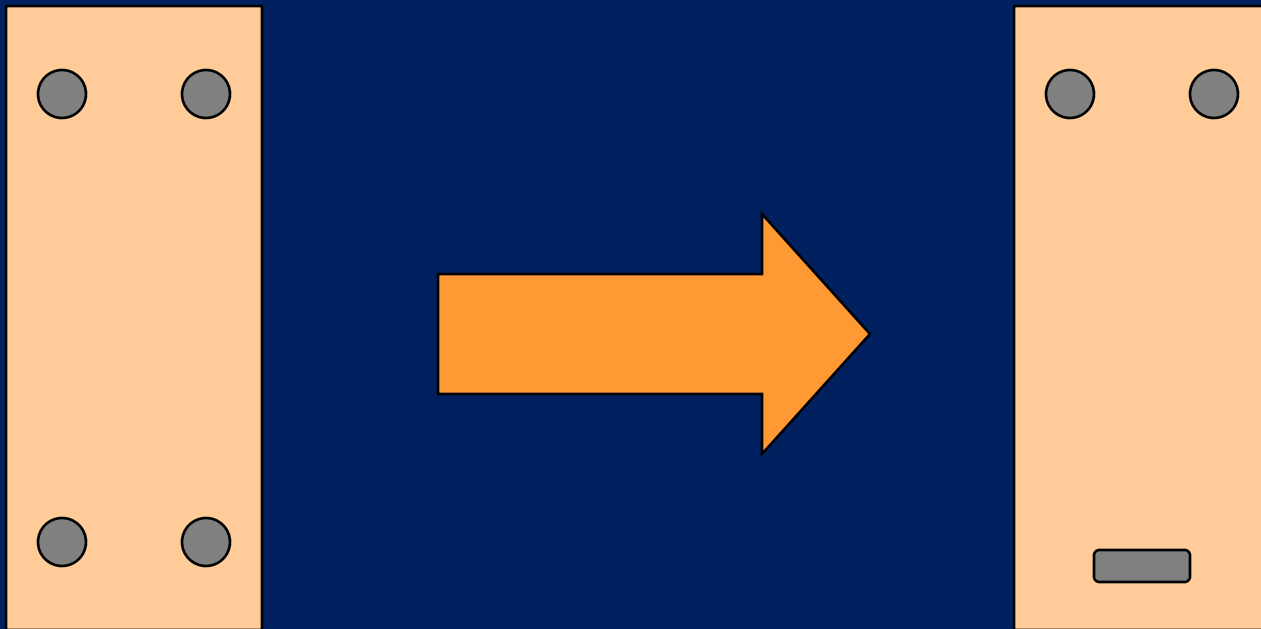
Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Implementar Melhorias

## Borracha de apoio



**Justificativa:** uma borracha de apoio foi eliminada por ser dispensável, pois geometricamente um plano é definido por três pontos.

# Implementar Melhorias

## Chapa plástica interna

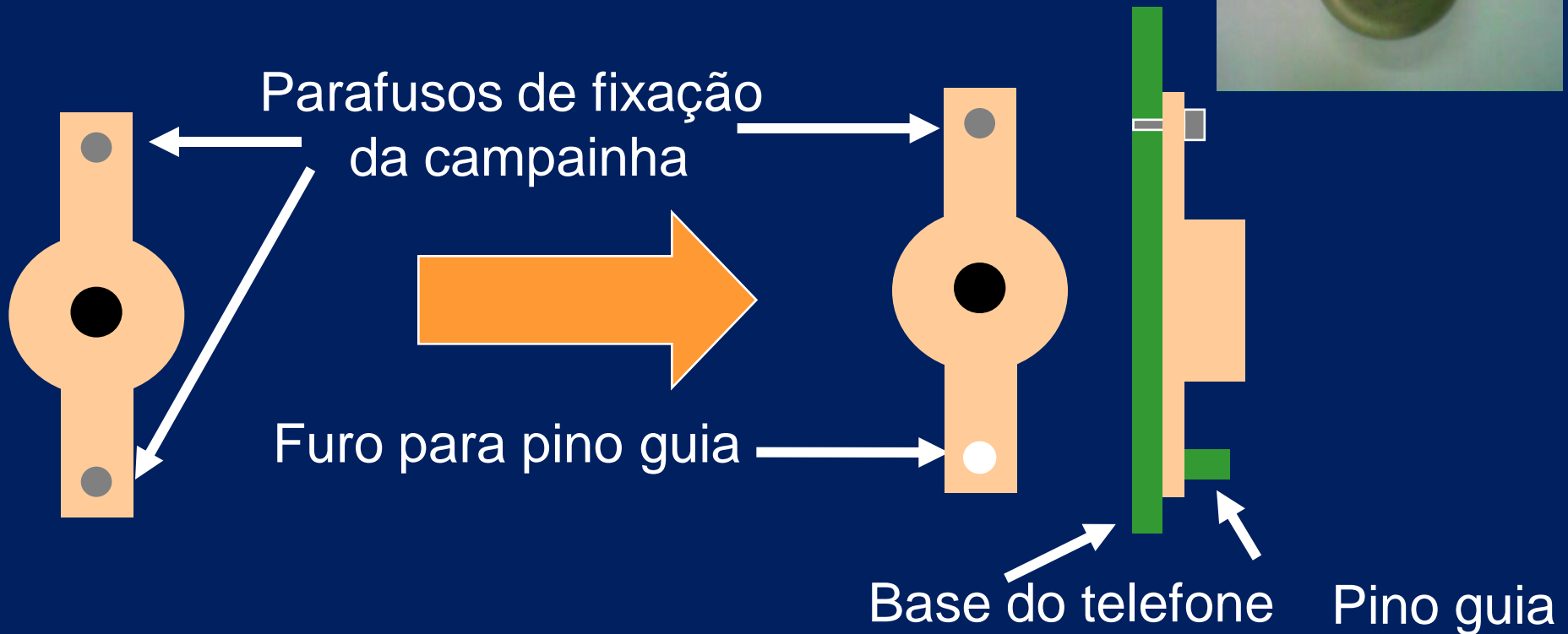


**Justificativa:** o item foi eliminados pois não tinha função específica e agregava uma operação de montagem ao conjunto



# Implementar Melhorias

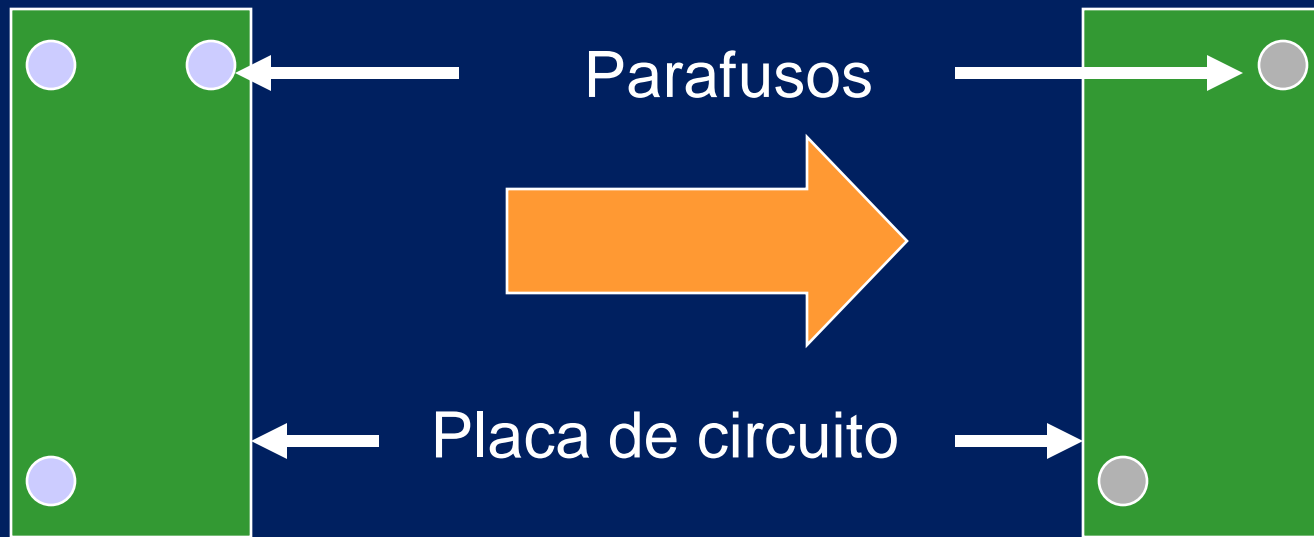
## Campainha



**Justificativa:** um parafuso é suficiente para a fixação da campainha. A eliminação de um parafuso é compensada pela inserção do pino guia na base injetada

# Implementar Melhorias

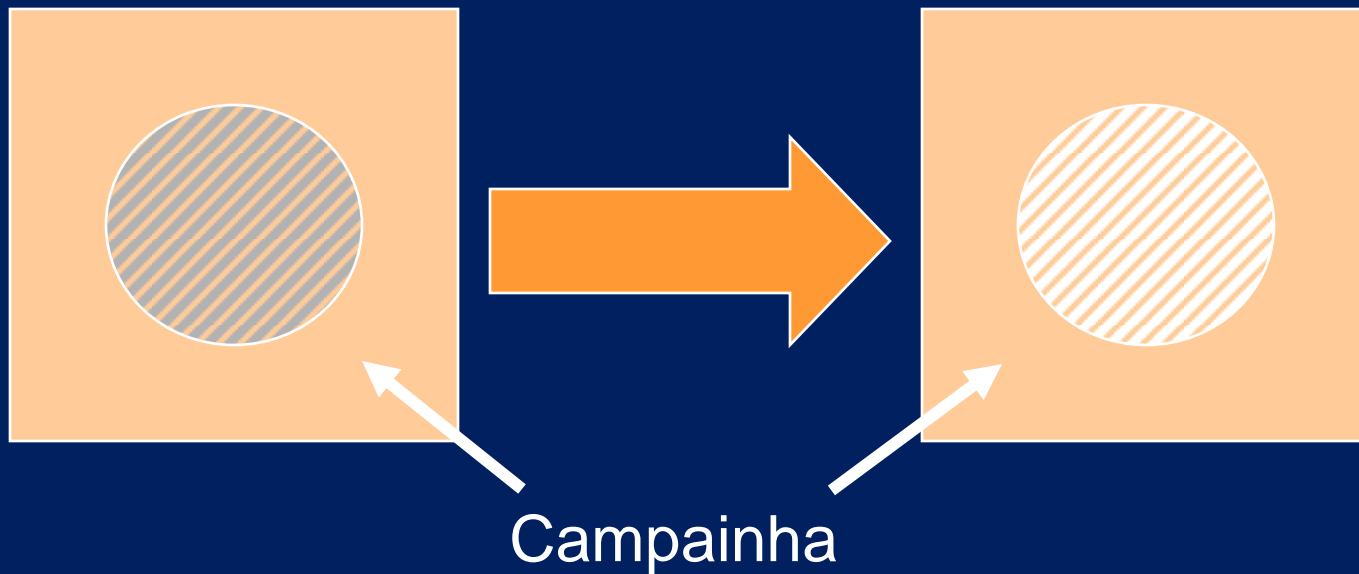
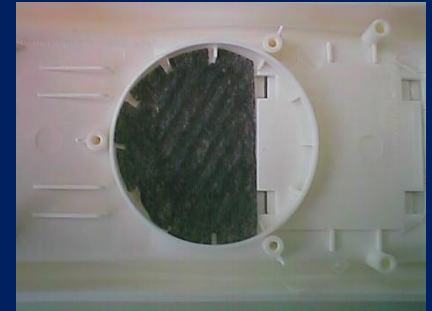
## Placa de circuito



**Justificativa:** a placa de circuito era fixada por três parafusos, sendo que apenas dois parafusos poderiam desempenhar a função de fixar a placa na base.

# Implementar Melhorias

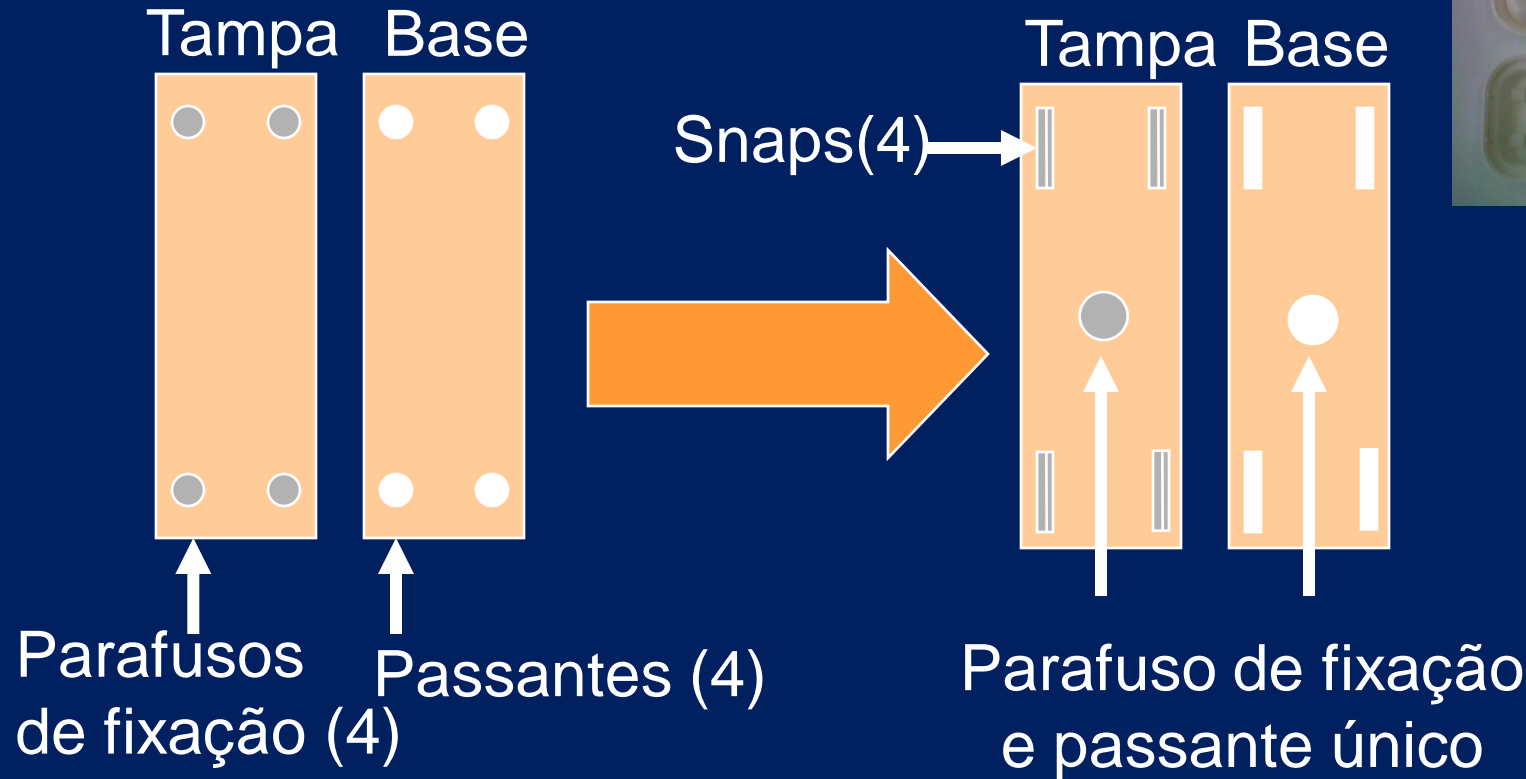
## Feltro



**Justificativa:** o feltro é um item desnecessário para o bom funcionamento do telefone. O tempo de montagem pode ser otimizado com um item a menos no conjunto.

# Implementar Melhorias

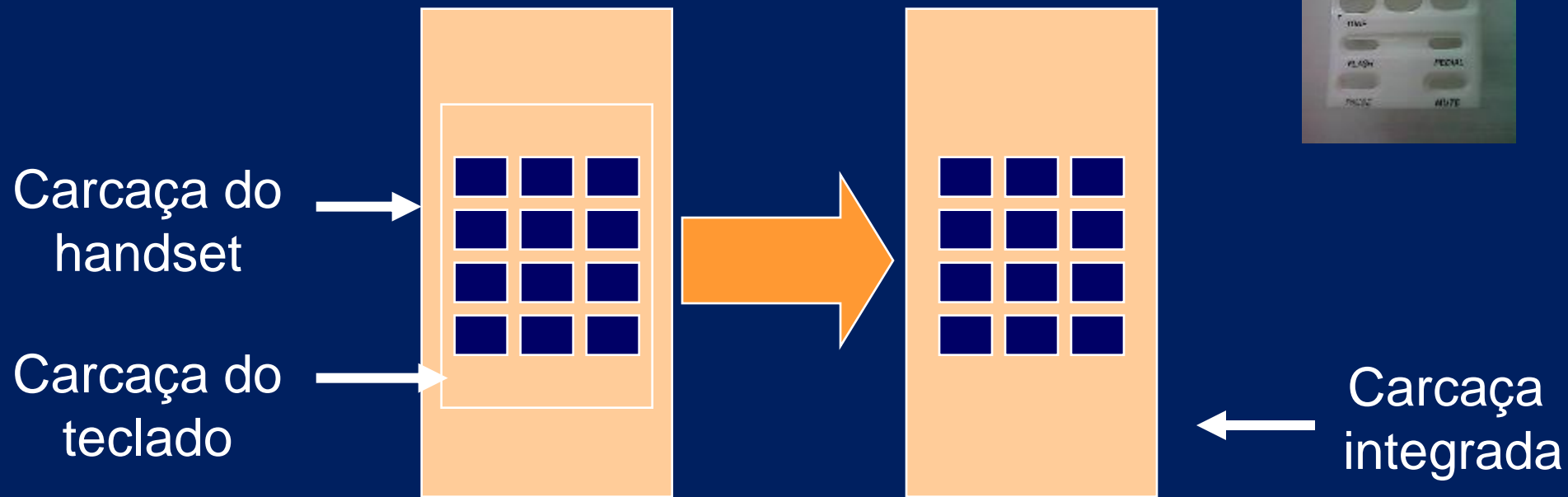
## Carcaça do conjunto



**Justificativa:** o posicionamento e a fixação são garantidos pelos 'snaps' integrados à carcaça e por apenas 1 parafuso. Com isto foram eliminadas 3 parafusos e 1 operação de reorientação. O travamento após a inserção é imediato.

# Implementar Melhorias

## Tampa do teclado



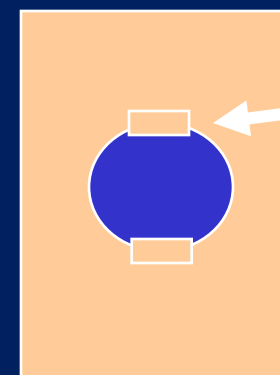
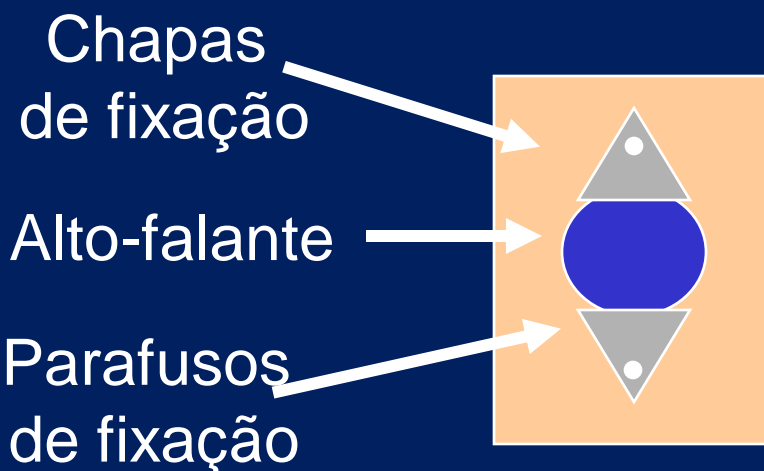
**Justificativa:** o uso de uma única peça injetada para a carcaça do handset elimina 1 item e 1 operação de montagem.

# Implementar Melhorias

## Fixação do alto-falante



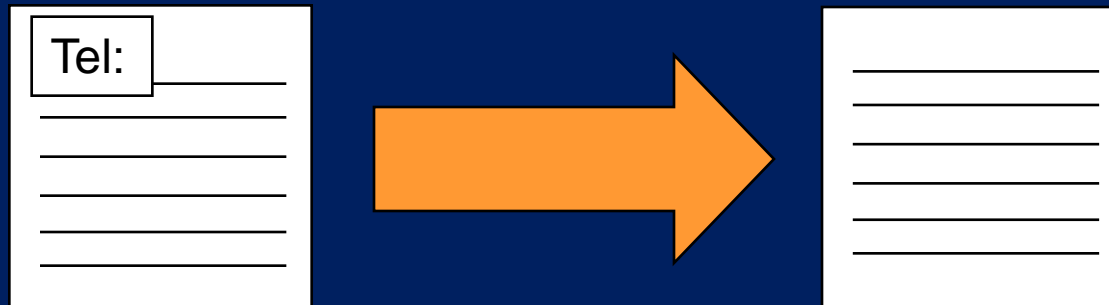
Snaps para  
fixação do  
alto-falante



**Justificativa:** além de eliminar 2 itens (que necessitavam de orientação para montagem e são de difícil inserção) e 2 parafusos, a adoção de dois 'snaps' facilita a montagem e reduz seu tempo.

# Implementar Melhorias

## Papel de identificação



**Justificativa:** a retirada da palavra Tel do papel de identificação evita a necessidade de orientação durante inserção no aparelho.

# Implementar Melhorias

## Padronização de Parafusos



**Justificativa:** a adoção de um único padrão de parafusos simplifica a estrutura de produto do telefone. Como consequência, tanto os custos de inventário, como a complexidade de identificação de componentes durante a montagem, são reduzidos.



# Atividades

Desmontar

Estruturar  
produto

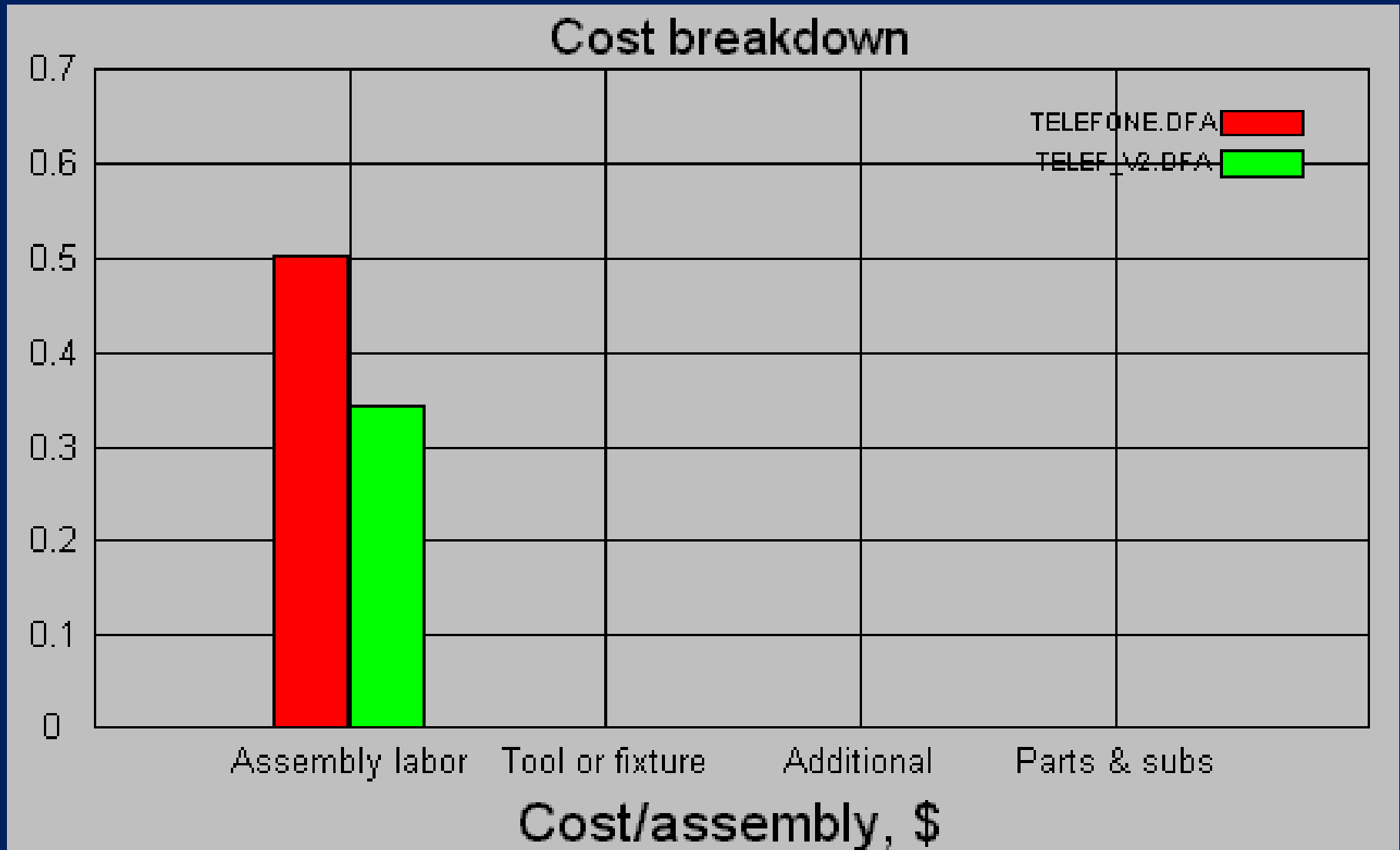
Analisar  
itens

Avaliar  
informações

Implementar  
melhorias

Analisar  
resultados

# Analisar Resultados



# Analisar Resultados

No.	Type	Name	Level	Status	Repeat count	Total time, s	Labor rate (\$/hr)	Labor cost, \$
1	Main	Telefone CTcell	0	Analysis complete	1	17.46	4.00	0.02
2	Sub	Base	1	Analysis complete	1	139.02	4.00	0.15
3	Sub	Handset	1	Analysis complete	1	152.20	4.00	0.17

[-] (1) Telefone CTcell		308.68
◇	1.1 Cabo do telefone	1 12.20
+	1.2 (2) Base	1 2.63
+	1.3 (3) Handset	1 2.63



↓ Tempo total

↓ Custo total

↓ Índice de DFA

Mode: Assembly	Time shown in seconds	Minimum Items: 32	DFA Index: 61.74
----------------	-----------------------	-------------------	------------------

# Analisar Resultados

