

Experimenter

Departamento de Engenharia de Produção
Disciplina: 7274 – Simulação de Sistemas de Produção



Experimenter

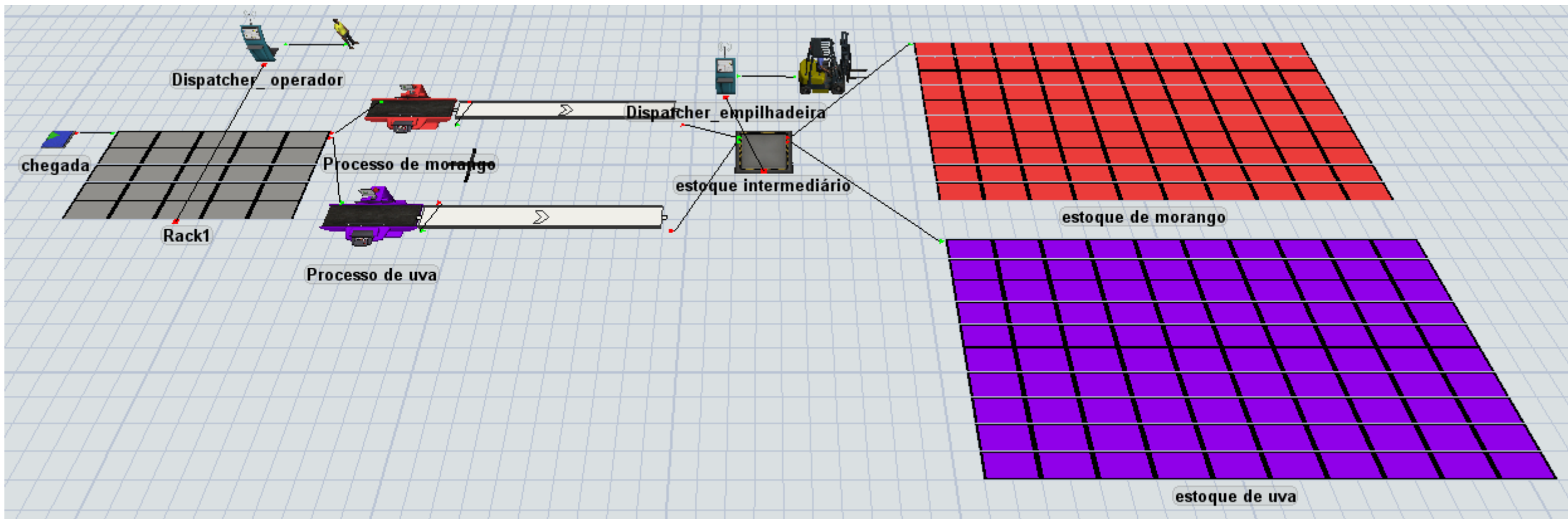
- Ferramenta que permite estimar como as variáveis de entrada afetam as respostas de um modelo;



- Permite planejar de forma racional os **cenários** a serem executados, evitando as “**tentativas e erros**”.

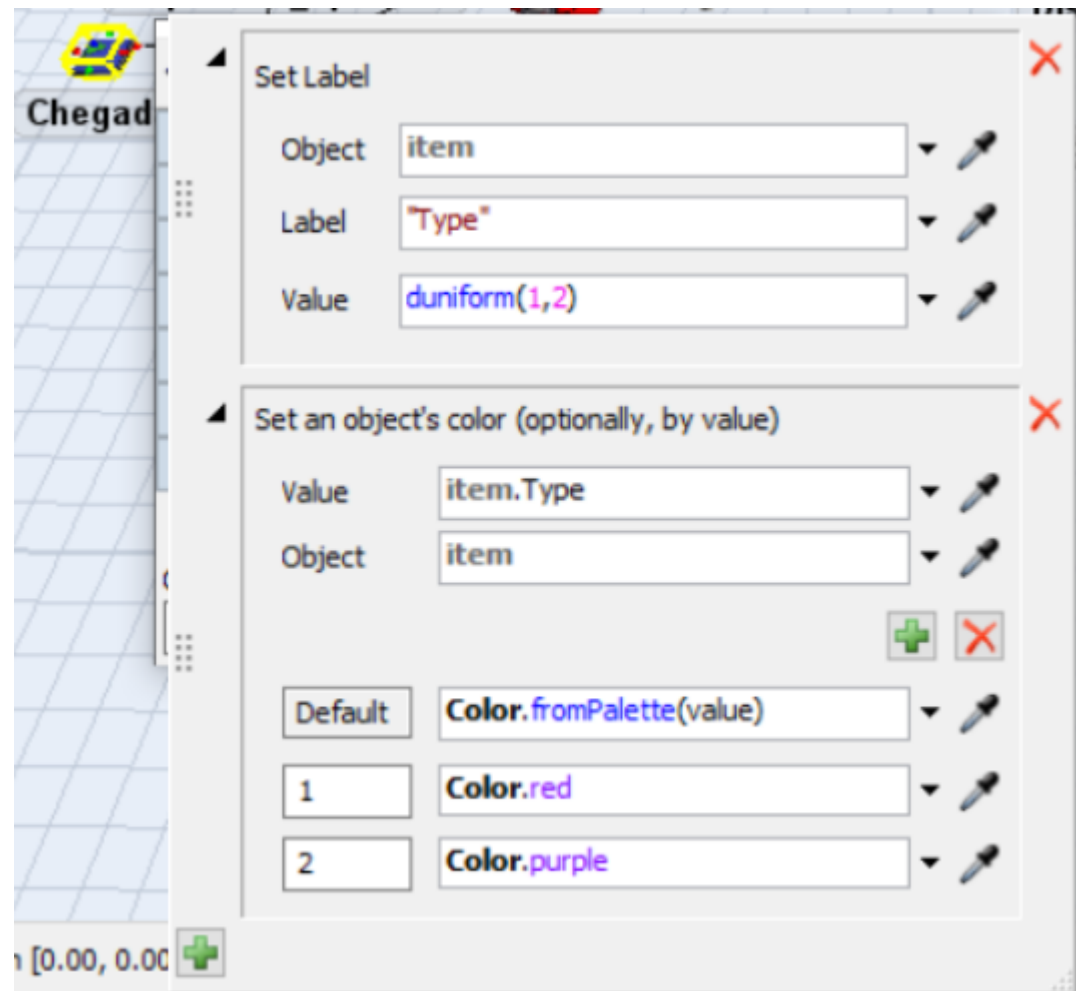


O Modelo



Configurações

Chegada



Configurações (...)

Processos

Processo de Morango

Statistics ?

Visuals ?

Labels ?

Processor ?

Output ?

Input ?

☒ Pull Strategy

Any Port

Pull Requirement

Specific **Item** Label

Specific Label

Label "Type"

Value 1

Processo de Uva

Statistics ?

Visuals ?

Labels ?

Processor Property Tables ?

Output ?

Input ?

☒ Pull Strategy

Any Port

Pull Requirement

Pull Anything

Specific Label

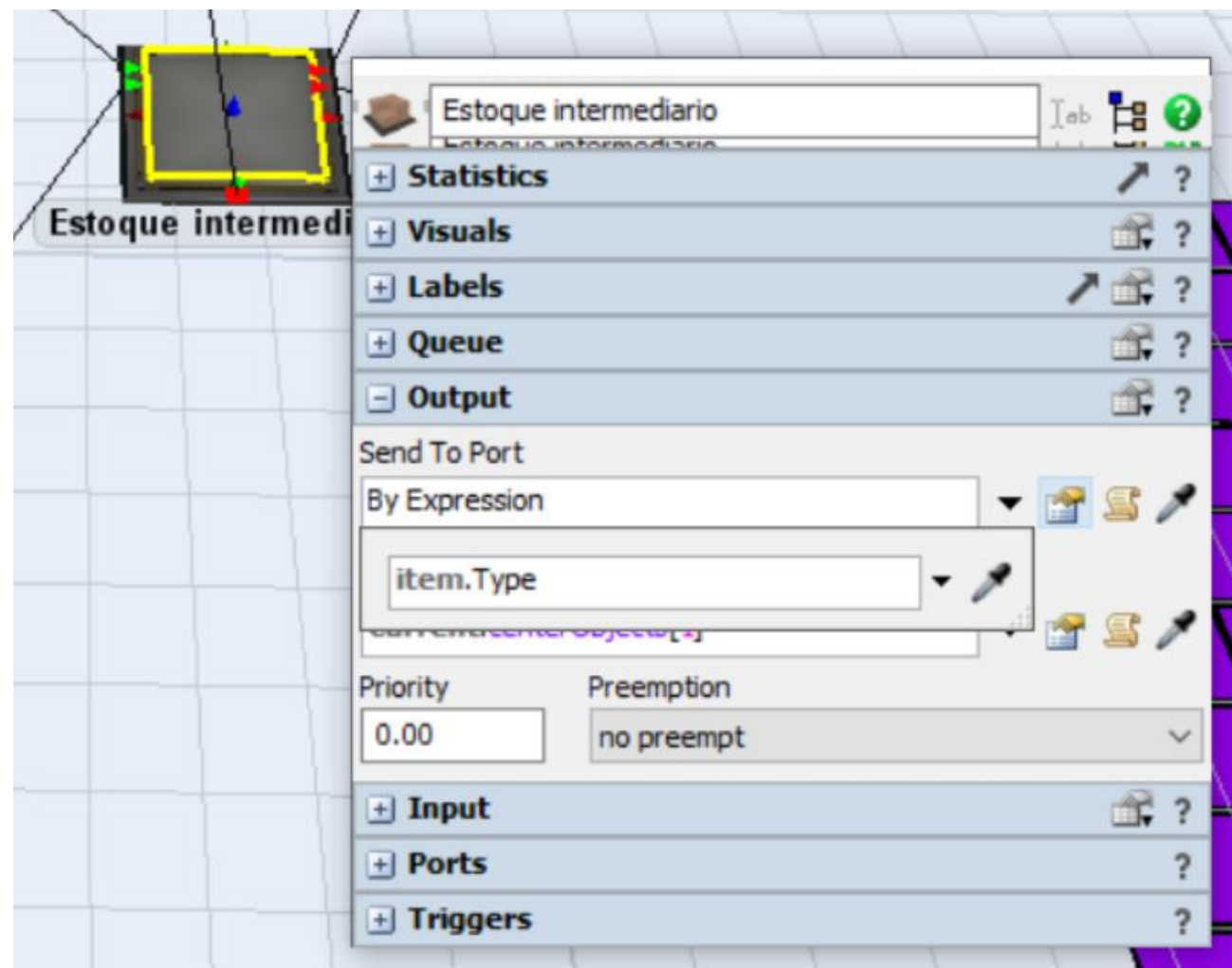
Label "Type"

Value 2



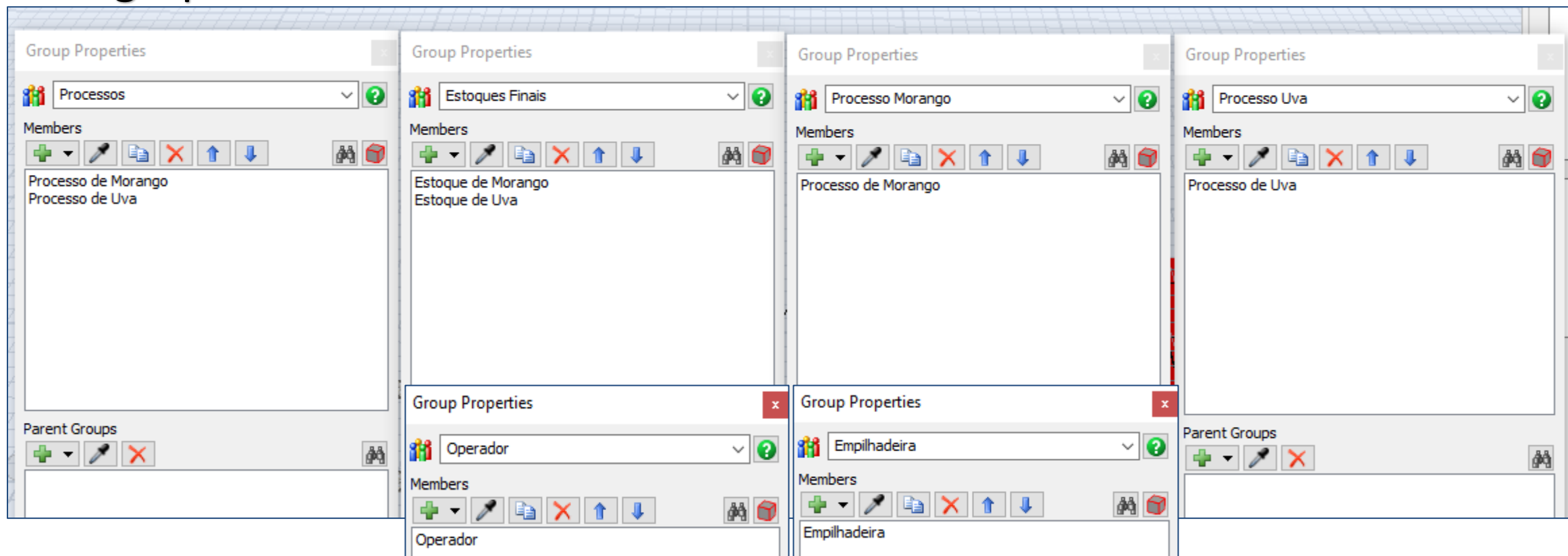
Configurações (...)

Estoque intermediário



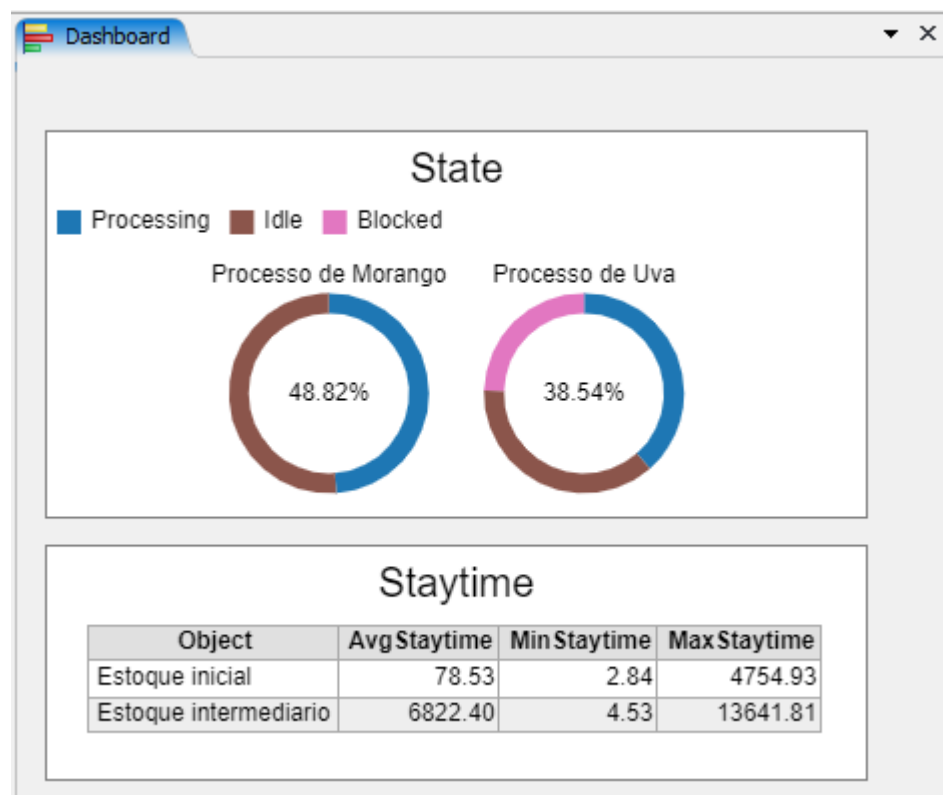
Configurações (...)

Criando grupos



Configurações (...)

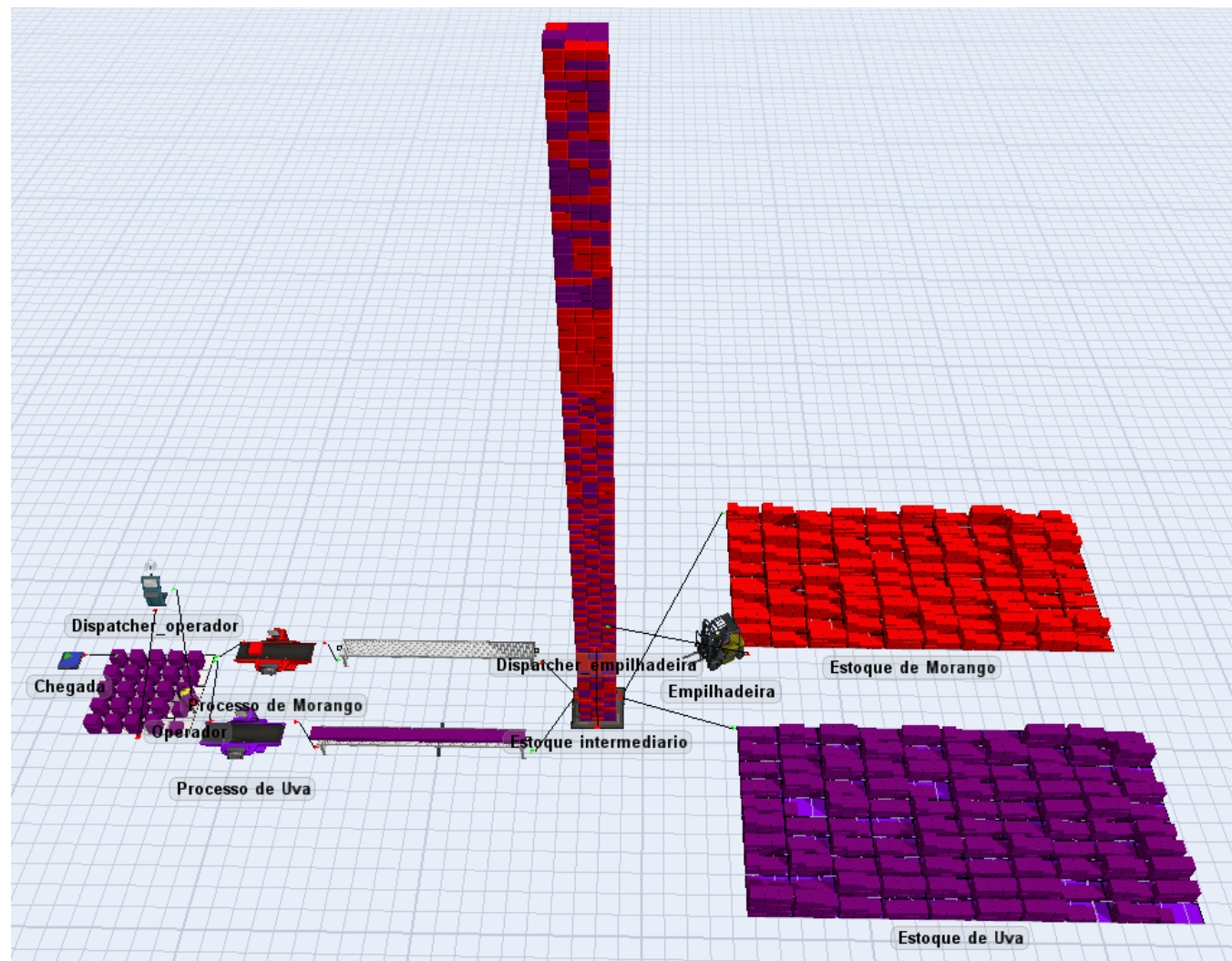
Criando gráficos
28.800s



Configurações (...)

Modelo executado

28.800s



Experimenter

- Qual o impacto na produtividade ao aumentar o número de equipamentos?
- E se aumentar o número de funcionários e a quantidade de empilhadeiras?

Criação de Cenários



Criando parâmetros

- Os parâmetros do modelo são variáveis de entrada para o seu modelo. Eles podem influenciar o resultado

podem ter texto arbitrário. Eles permitem que você forneça dicas sobre o parâmetro para quem usa o modelo.

Dê um duplo clique



Name	Value	Display Units	Description
Parameter 1	1		

Permite definir o valor atual do parâmetro (irá variar conforme o cenário). Além disso, permite definir o tipo do parâmetro e quaisquer restrições adicionais no valor do parâmetro. Para editar o tipo, você pode clicar na célula que deseja editar e clicar na setinha que aparece

Todos os parâmetros em um modelo devem ter um nome único, mesmo que haja várias tabelas de parâmetros. Além disso, recomendamos que você não comece um nome com um número ou use espaços no nome.

Criando parâmetros

Parameters 4			
Name	Value	Display Units	Description
Nº de Operadores		1 quantidade	número de operadores no grupo
Nº de Empilhadeiras		1 quantidade	número de empilhadeiras no grupo
Nº de Morango		1 quantidade	número de processos de morango no grupo
Nº de Uva		1 quantidade	número de processos de uva no grupo

Configurando a coluna Value

Linha 1: Clicar na célula em branco e depois na seta

Value	Disp
	1 ▼

Limite inferior →
Limite superior →
Valor incremental, podendo ser decimal →

Type	Discrete
Lower Bound	1
Upper Bound	10
Step Size	1
Reference	/Tools/Groups/Operador
On Set	Delete and Copy Group Members
Condition	isReset

Repetir as configurações para as linhas 2, 3 e 4 alterando apenas o campo "Reference" de acordo com o grupo na toolbox

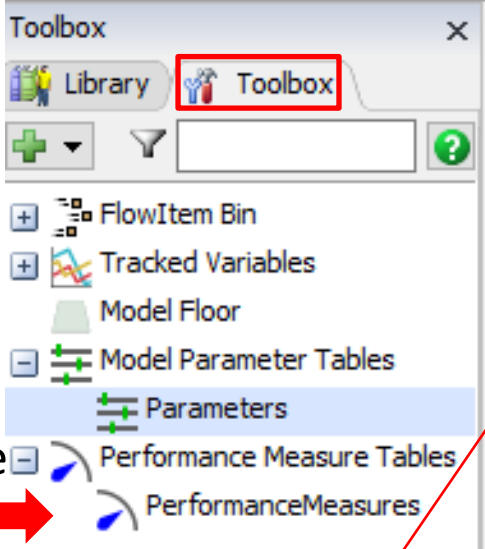


Criando medidas de desempenho

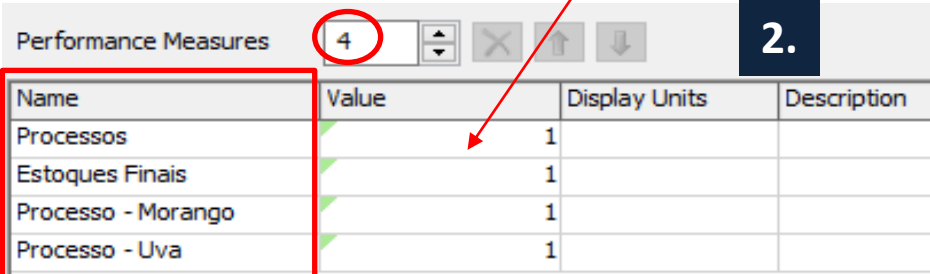
➤ As medidas de desempenho são valores de saída para um modelo.

1.

Dê um duplo clique




2.



3.

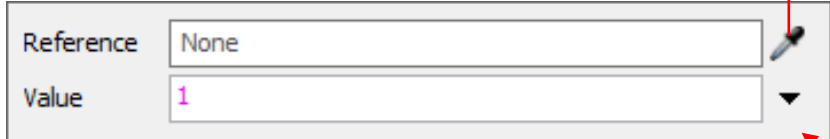
Configurando a coluna Value

Linha 1: Clicar na célula em branco e depois na seta



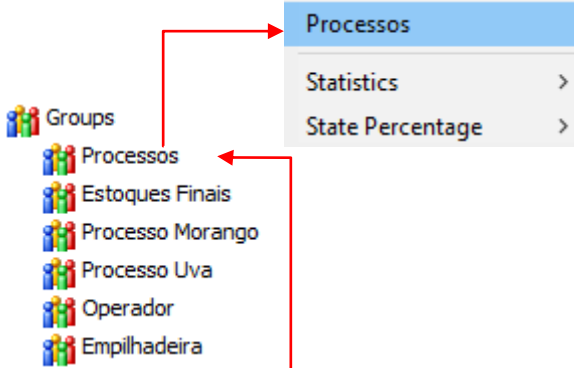
4.

Clicar no conta gotas e clicar no grupo "processos" e na palavra processo

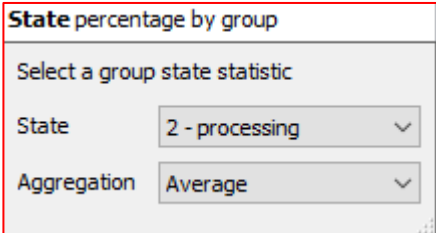


5.

Clicar aqui



6.





Criando medidas de desempenho

Configurando a coluna Value

Performance Measures			
	4		
Name	Value	Display Units	Description
Processos		1	
Estoques Finais		1	
Processo - Morango		1	
Processo - Uva		1	

1. Linha 2: Clicar na célula em branco e depois na seta

Value	Disp
	1

2.

Reference	None
Value	1

Clicar no conta gotas e clicar no grupo "estoques finais" e na palavra estoque final



5.

Configurações para as Linhas 3 e 4 (mudar os grupos)

Reference	/Tools/Groups/Uva
Value	State percentage by group
Select a group state statistic	
State	2 - processing
Aggregation	Total

4.

Statistic by group	
Select a group statistic	
Statistic	Input
Aggregation	Total

3.

Clicar aqui

Criando cenários

1.

Statistics Debug Help



Experimenter...

Repeat Random Streams



ExpertFit

2.

Simulation Experiment Control

Scenarios Experiment Run Optimizer Design Optimizer Run Optimizer Results Advanced

Parameters

- ☒ Parameters
 - ☒ N° de Operadores
 - ☒ N° de Empilhadeiras
 - ☒ N° de Morango
 - ☒ N° de Uva

Scenarios



	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Parameters - N° de Operadore	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Empilhadei	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Morango	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Uva	1	2	3	4	5

Versão 2022

Jobs Run Advanced

- ☒ Experiment1
- ☐ Optimization1

Name

Experiment1

Warmup Time

0.00

08:00:00

14/02/2022

Stop Time

36000.00

18:00:00

14/02/2022

Replications per Scenario

5

Parameters

- ☒ Parameters

Scenarios

5



	N° de Operadores	N° de Empilhadeir	N° de Morango	N° de Uva
Scenario 1	1	1	1	1
Scenario 2	2	2	2	2
Scenario 3	3	3	3	3
Scenario 4	4	4	4	4
Scenario 5	5	5	5	5

Simulando o experimento

Simulation Experiment Control

Scenarios Experiment Run Optimizer Design Optimizer Run Optimizer Results Advanced

Reset Experiment

End Time 09:00:00 14/02/2021 ☒ Save statistics data for each replication

Run Time 3600.00 Seconds ☒ Save state after each replication

Replications per Scenario 5.00 Warmup 0.00 Seconds ☐ Restore original state after each replication

Experiment Status

Scenario 1					
Scenario 2					
Scenario 3					
Scenario 4					
Scenario 5					

View Results Export/Merge Results ☐ Export results after each replication

Versão anterior 2022

Versão 2022

Jobs Run Advanced

Job Experiment1 ▶ Run ■ Stop

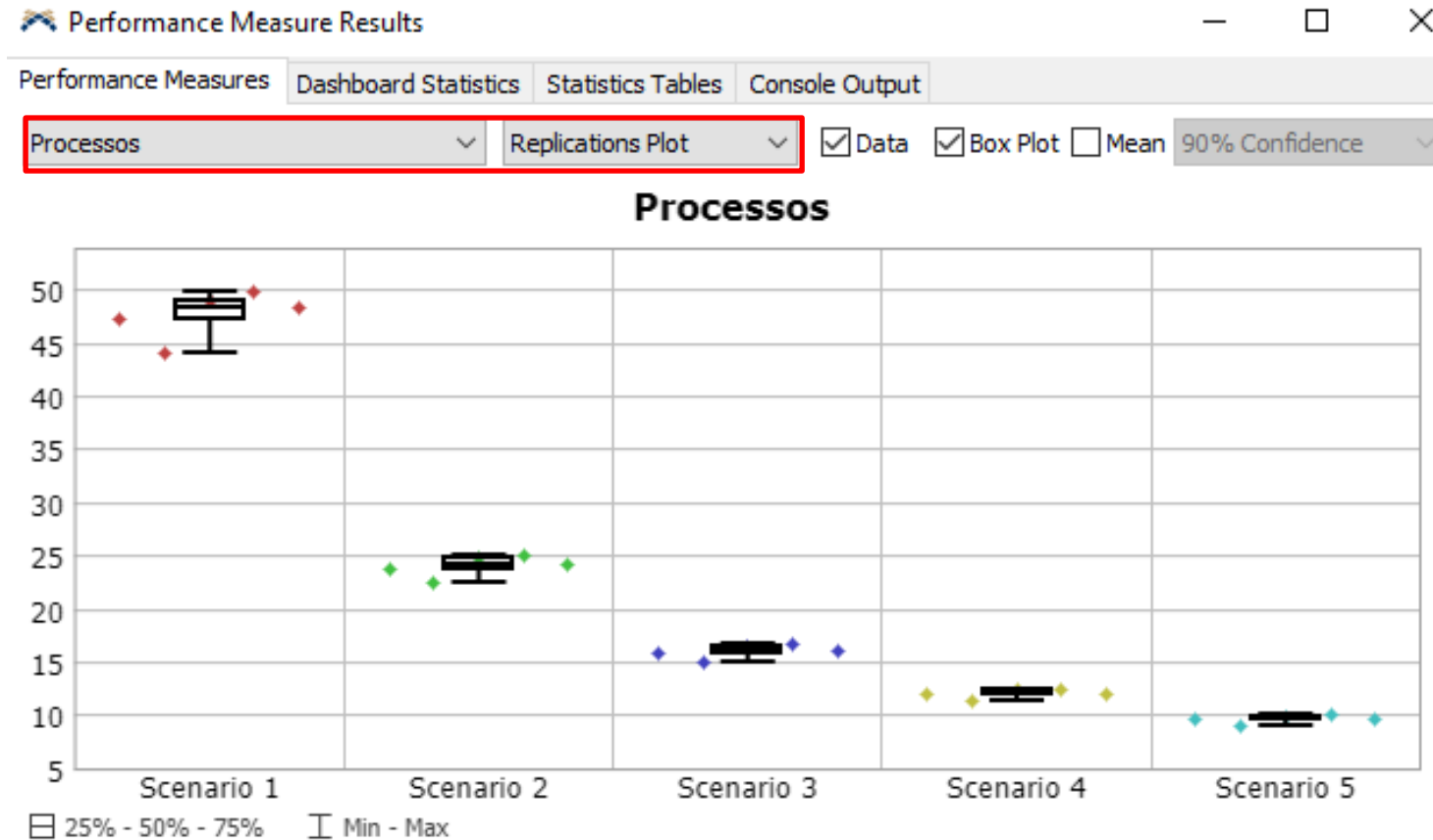
Experiment1 Status

■ Proposed ■ Submitted ■ Running ■ Recording ■ Complete

Scenario 1 EB845481	1	2	3	4	5
Scenario 2 37B197B0	1	2	3	4	5
Scenario 3 2DFEEEC	1	2	3	4	5
Scenario 4 701552D4	1	2	3	4	5
Scenario 5 E0EB0FE3	1	2	3 ✖	4	5



Analizando o resultado



Analizando o resultado

Performance Measure Results

Performance Measures Dashboard Statistics Statistics Tables Console Output

Processo - Morango

Replications Plot

Performance Measure Results

Performance Measures Dashboard Statistics Statistics Tables Console Output

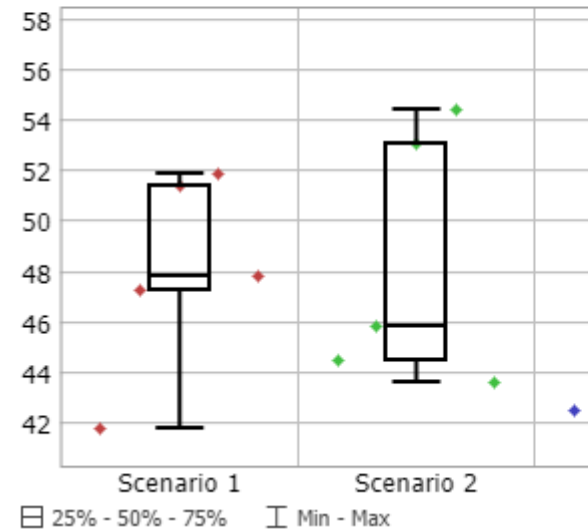
Processo - Uva

Replications Plot

☒ Data ☒ Box Plot ☐ Mean

90% Confidence

Process



Processo - Uva

Performance Measure Results

Performance Measures Dashboard Statistics Statistics Tables Console Output

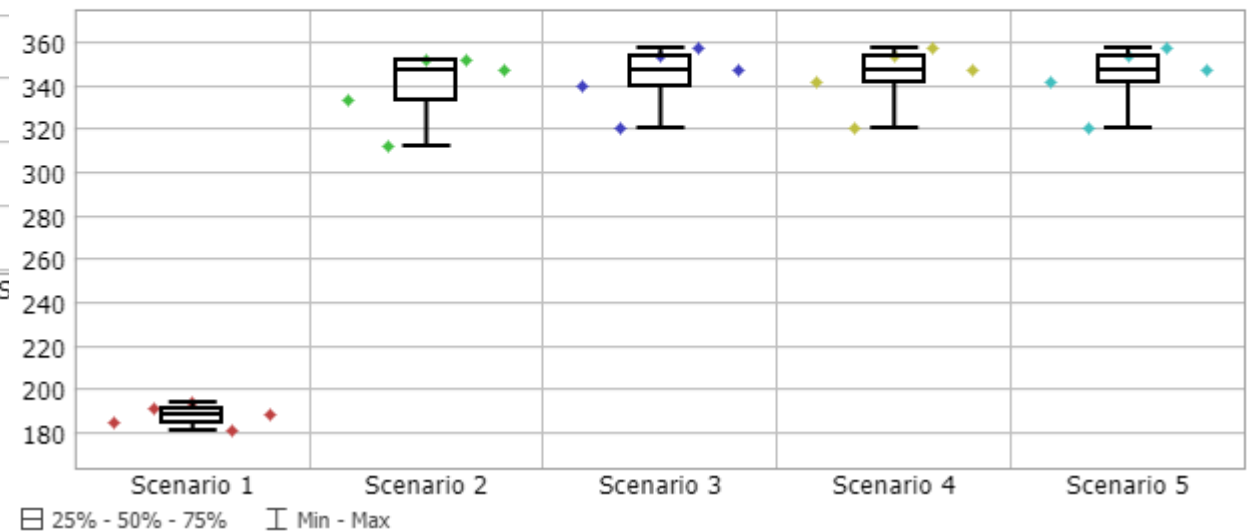
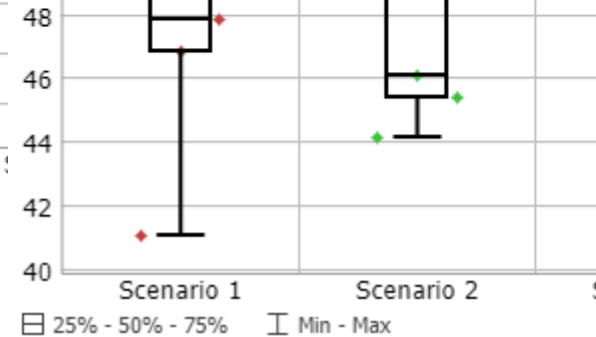
Estoque Final

Replications Plot

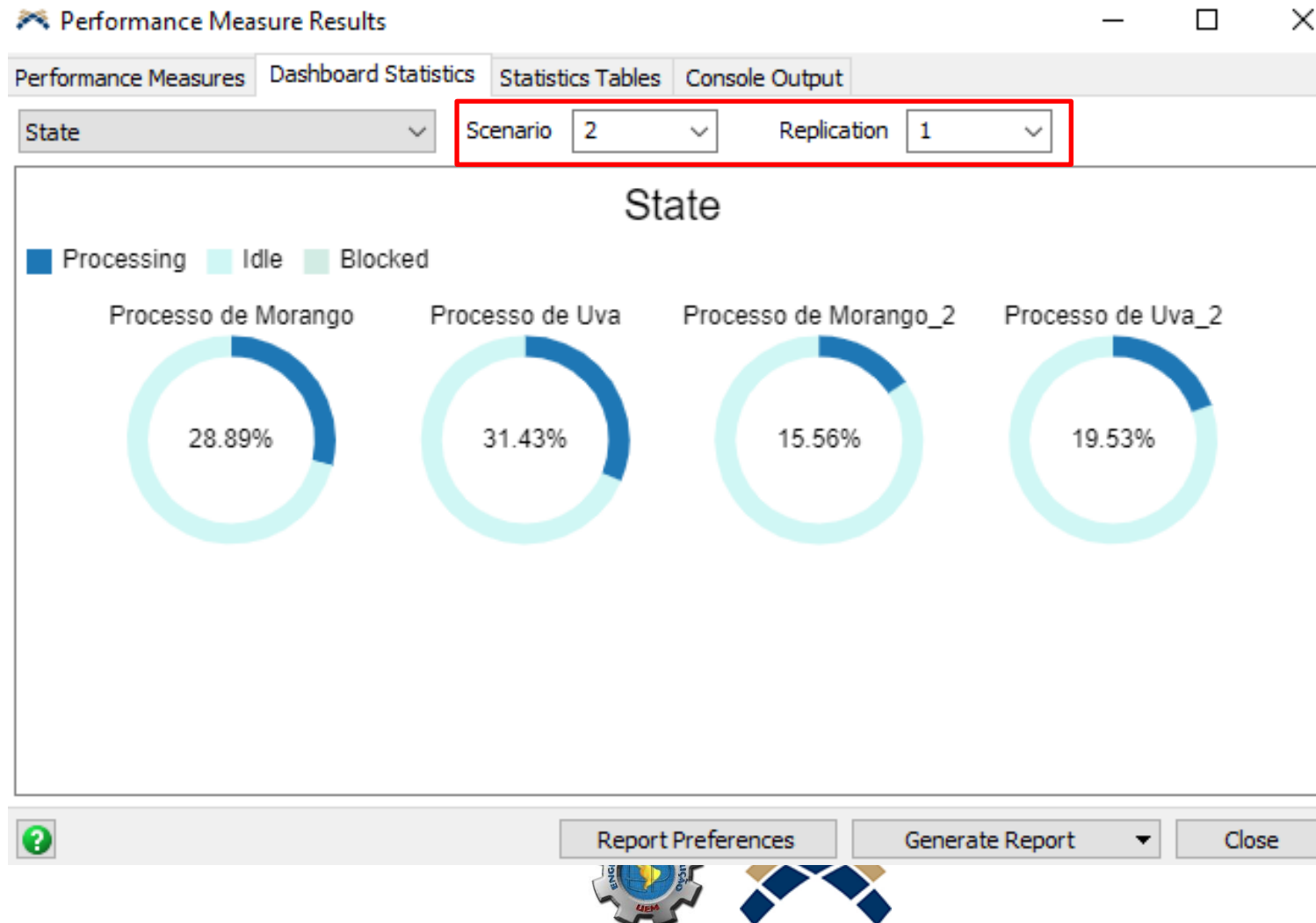
☒ Data ☒ Box Plot ☐ Mean

90% Confidence

Estoque Final



Analizando o resultado



Inserindo o cenário no modelo

1.

Selecione uma coluna dos cenários

2.

Clique aqui para que o cenário seja implementado quando pressionar o botão reset no modelo

Simulation Experiment Control

Scenarios Experiment Run Optimizer Design Optimizer Run Optimizer Results Advanced

Parameters

Parameters

- ☒ N° de Operadores
- ☒ N° de Empilhadeiras
- ☒ N° de Morango
- ☒ N° de Uva

Scenarios

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Parameters - N° de Operadores	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Empilhadeiras	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Morango	1	2	3	4	5
Parameters - N° de Uva	1	2	3	4	5

Set model to selected scenario

Scenarios

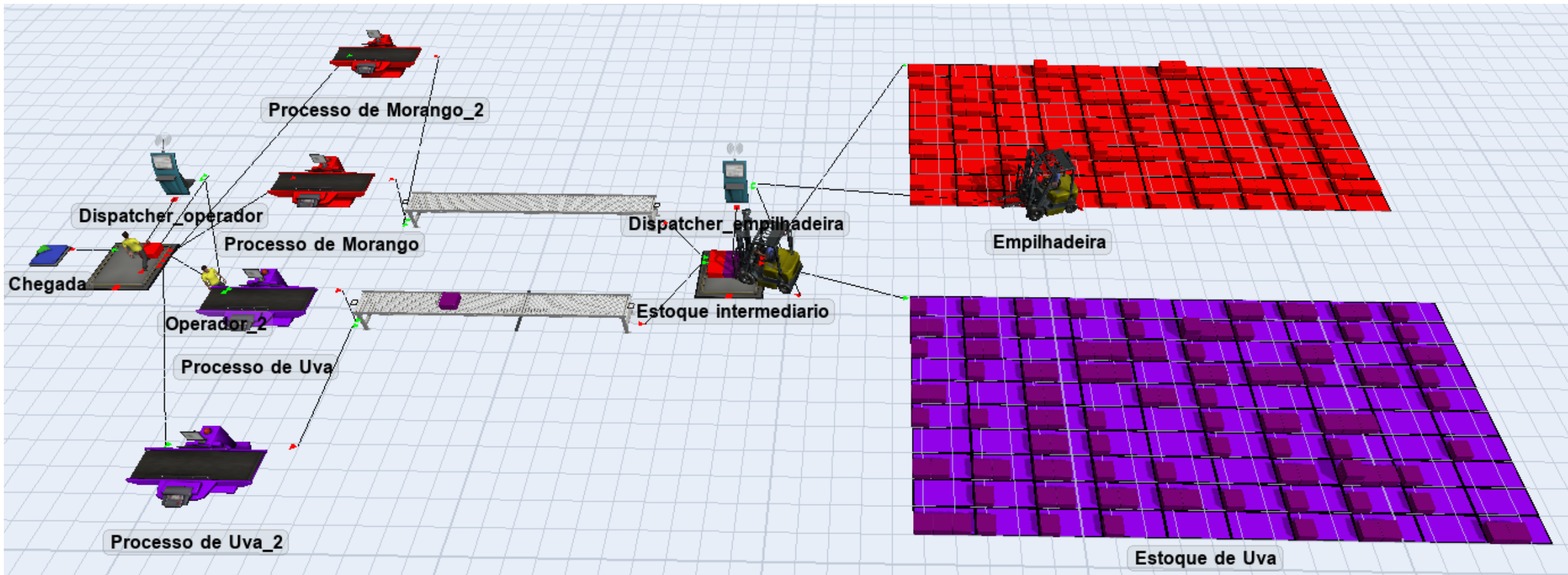
5

Set model to selected scenario

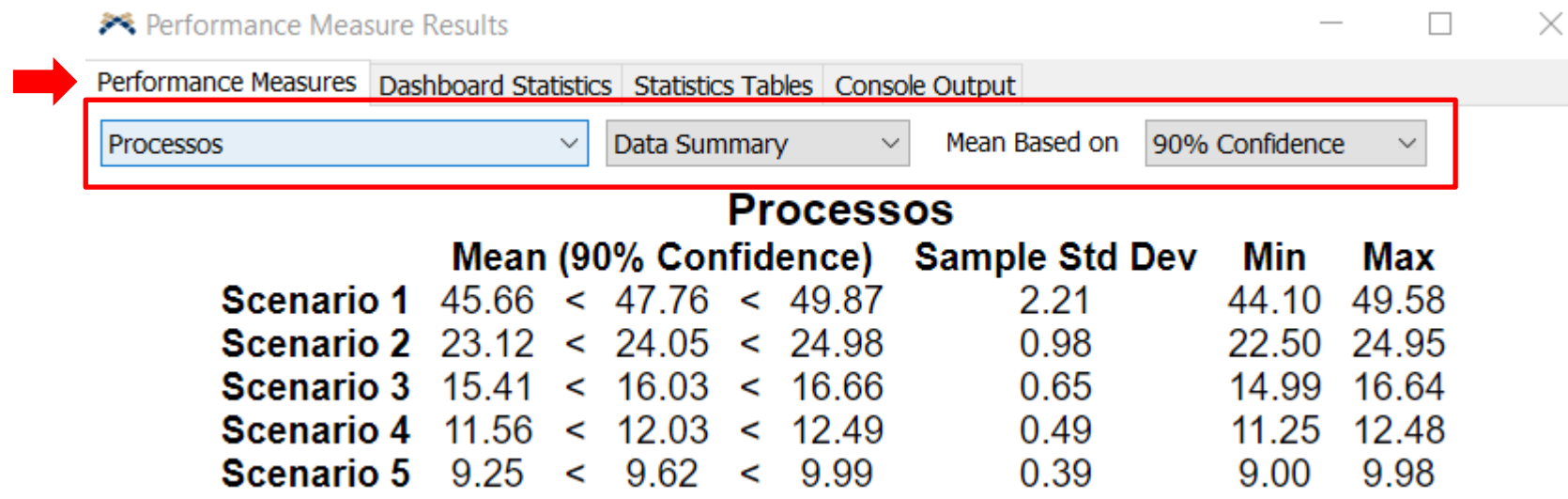
	N° de Operadores	N° de Empilhadeiras	N° de Morango	N° de Uva
Scenario 1	1	1	1	1
Scenario 2	2	2	2	2
Scenario 3	3	3	3	3
Scenario 4	4	4	4	4
Scenario 5	5	5	5	5



Inserindo o cenário no modelo



Número de replicações



Scenarios | Experiment Run | Optimizer Design | Op

Reset Experiment

Replications per Scenario 5.00

Esse número de replicações é suficiente?



Número de replicações

- Para calcularmos a quantidade necessária de replicações devemos usar um **método iterativo**;
- Queremos que nosso resultado se encontre numa faixa de **$\pm 5\%$ da média** e queremos uma **precisão de 90%** de confiança;
- Assim, utilizamos a seguinte equação:

$$n = \left(\frac{t S}{e} \right)^2$$

- “**n**” corresponde ao número de replicações;
- “**t**” é o valor da tabela ***t de student*** para nosso nível de significância;
- “**e**” é o desvio para cima ou para baixo, neste caso:
$$e = \text{média} * 5\%$$
- “**s**” é o desvio padrão da nossa amostra.



Distribuição T de *Student*

<i>Unicaudal</i>	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%	99,5%	99,75%	99,9%	99,95%
<i>Bicaudal</i>	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99,5%	99,8%	99,9%
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	127,3	318,3	636,6
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	14,09	22,33	31,60
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	7,453	10,21	12,92
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	5,598	7,173	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	4,773	5,893	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	4,317	5,208	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,029	4,785	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	3,833	4,501	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	3,690	4,297	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	3,581	4,144	4,587

- Aparece naturalmente no problema de se determinar a média de uma população (que segue a distribuição normal) a partir de uma amostra;
- Neste problema, não se sabe qual é a média ou o desvio padrão da população, mas ela deve ser normal;
- Grau de liberdade x nível de confiança.



Número de replicações (...)

	Média	Desvio Padrão [S]	Margem [e]	<i>T de Student</i> 90%	Nº Replicações
Cenário 1	47,76	2,21	2,388	2,015	3,47 \approx 4
Cenário 2	24,05	0,98	1,203	2,015	2,69 \approx 3
Cenário 3	16,03	0,65	0,802	2,015	2,67 \approx 3
Cenário 4	12,03	0,49	0,602	2,015	2,69 \approx 3
Cenário 5	9,62	0,39	0,481	2,015	2,67 \approx 3

Como estes valores deram abaixo do último valor utilizado, isto significa que 5 réplicas são suficientes para termos 90% de certeza de que a média do resultado obtido para cada cenário está dentro de uma margem de $\pm 5\%$.

