



Estatística Experimental

Universidade Estadual de Santa Cruz

Ivan Bezerra Allaman

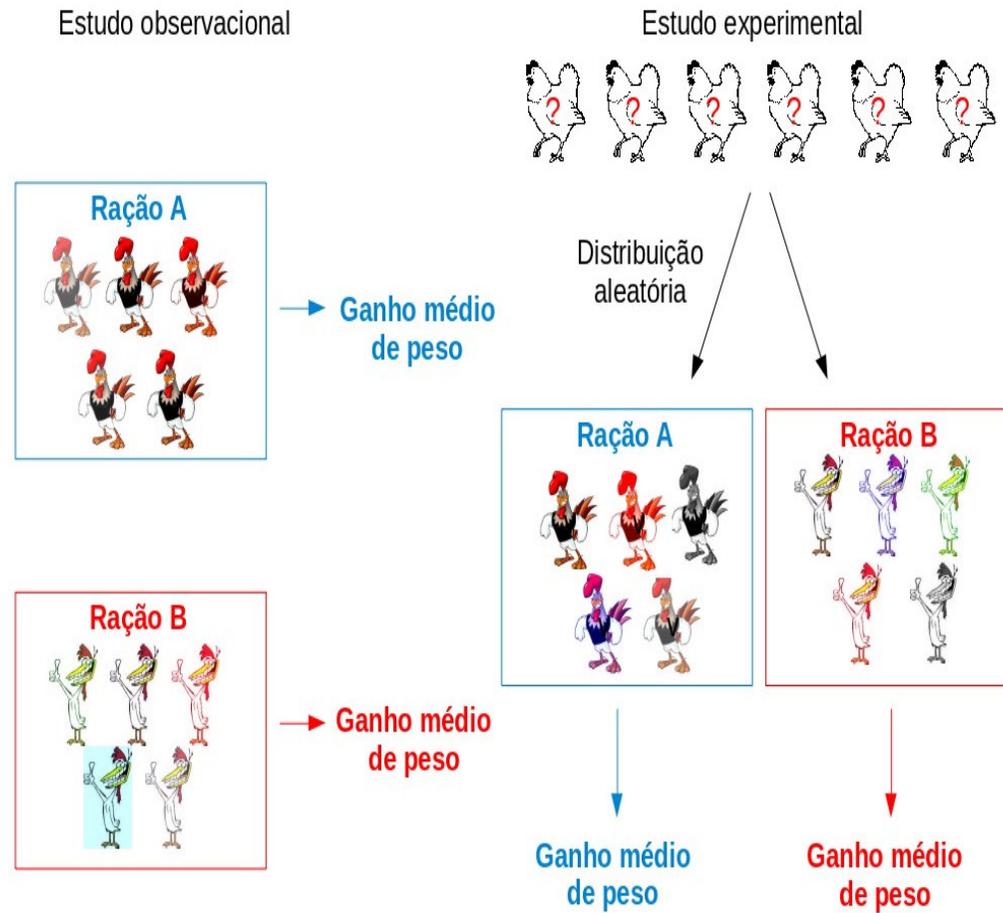
CRONOGRAMA

1. Distinção entre estudo observacional e experimental
2. Conceitos importantes em experimentação
3. Planejamento experimental
4. Princípios básicos da experimentação



DISTINÇÃO ENTRE ESTUDO OBSERVACIONAL E EXPERIMENTAL

- Revendo a diferença entre estudo observacional e experimental.



CONCEITOS IMPORTANTES EM EXPERIMENTAÇÃO

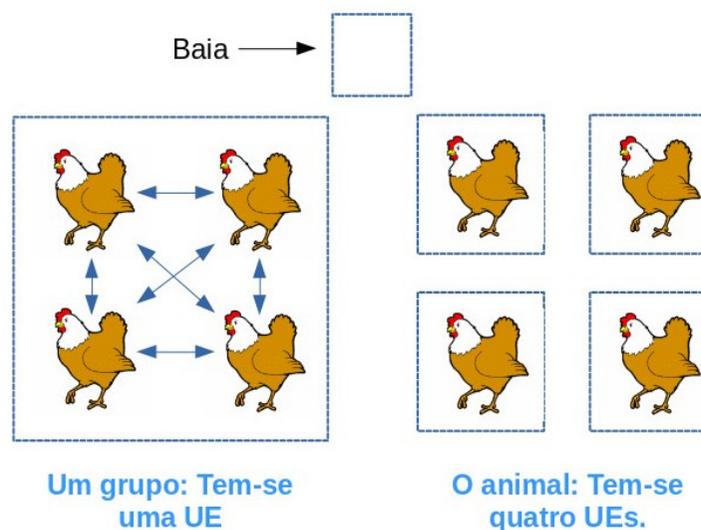
Tratamento

- É um termo consagrado por Fisher na experimentação agrícola que hoje podemos generalizar para grupos ou fatores nos quais estamos interessados em comparar.
- Tais fatores podem ser:
 - Qualitativos: diferenciam-se por suas qualidades, não podendo ser ordenados por algum critério numérico.
 - Exemplo: Cultivares, rações, raças, medicamentos, etc.
 - Quantitativos: podem ser ordenados segundo algum critério numérico.
 - Exemplo: Doses, idade, tempo, distâncias, densidade, etc.



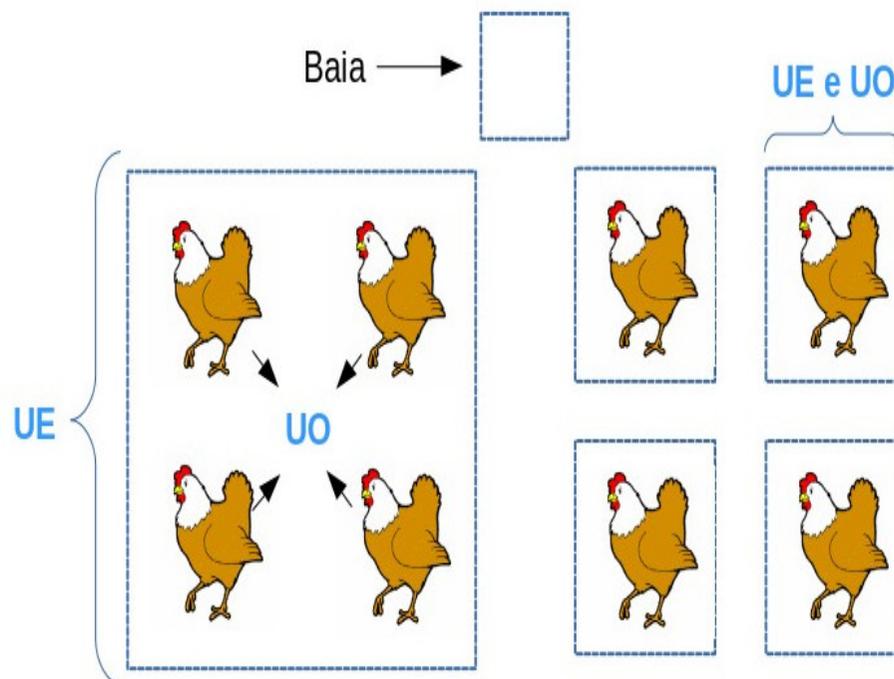
Unidade experimental (UE)

- É uma unidade de material ao qual é aplicado um tratamento.
- A unidade experimental pode ser um animal, ou um grupo de animais.
- As principais características das unidades experimentais é que elas devem ser independentes.



Unidade de observação (UO)

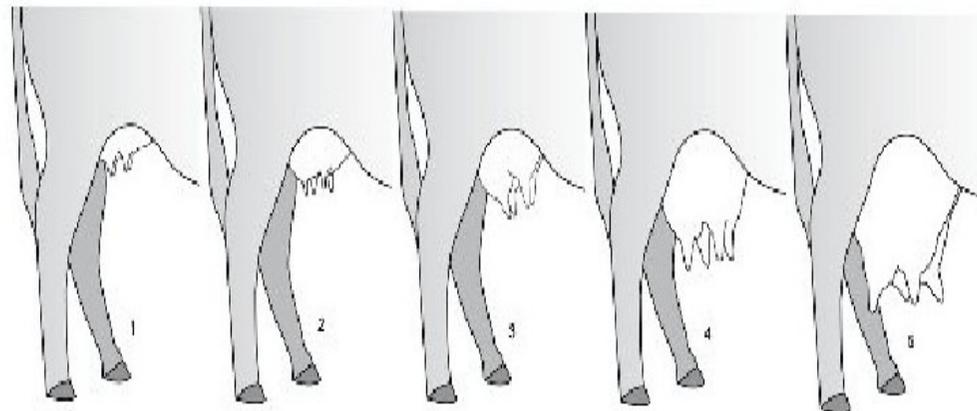
- É o objeto que é avaliado em um experimento.
- Pode acontecer da UO ser a própria UE.



Variações do acaso

- São variações que ocorrem nos experimentos atribuídas a efeito de fatores não controlados, conhecidos ou não, que afetam os resultados experimentais.

Variações conhecidas (genética) e desconhecidas (?????????)



Delineamento experimental

- É a maneira de dispor as UE no experimento.



PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

Checklist

- Os passos a seguir resume um grande número de decisões que precisam ser tomados em cada estágio do planejamento experimental.
 - Definir o objetivo do experimento.
 - Identificar todas as fontes de variação.
 - Tratamentos e seus níveis
 - Unidades experimentais
 - Fatores de blocagem e covariáveis
 - Escolha uma regra para atribuir os tratamentos as unidades experimentais.
 - Especifique quais medidas serão feitas, o procedimento experimental e as dificuldades previstas.



- ...
 - Executar um experimento piloto.
 - Especificar o modelo.
 - Rever os passos anteriores.



Um experimento real

- O experimento que será descrito na forma de checklist foi conduzido por Ivan Bezerra Allaman entre 2007 e 2008 e parte dos resultados pode ser encontrado na revista .

1. Definir o objetivo do experimento

- Avaliar o efeito (contribuição) de machos e fêmeas sobre a taxa de fertilização e eclosão em curimbas .

2. Identificar todas as fontes de variação

- Tratamentos e seus níveis

Foram avaliados duas fontes de variação: Efeito de macho e efeito de fêmea. Foram cinco níveis (indivíduos) de macho e 7 níveis (indivíduos) de fêmea.



- Unidades experimentais

Da combinação de machos e fêmeas surgiram 35 famílias. Cada família foi colocado aleatoriamente em incubadoras. Logo, a incubadora foi considerado a UE.



- Fatores de blocagem e covariáveis

Neste experimento não foram identificados fatores de blocagem pois as incubadoras foram colocadas em taques homogêneos localizados dentro de um laboratório com condições ambientais homogêneas. Não foram identificados covariáveis, pois a temperatura da água, pH, O₂D e Condutividade foram considerados constantes.

3. Escolha uma regra para atribuir os tratamentos as unidades experimentais

Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 7x5 (7 fêmeas e 5 machos).



4. Especifique quais medidas serão feitas, o procedimento experimental e as dificuldades previstas.

- Foram avaliados a taxa de fertilização e eclosão. A taxa de fertilidade foi avaliado 9 horas após a fertilização, por meio da contagem média de 52 ovos, sendo expressa em porcentagem. Neste caso, os ovos fertilizados foram considerados aqueles com aparência transparente, lúcida e os não fertilizados com aparência branca e opaca. Foi utilizado um estereomicroscópio para tal avaliação.
- No caso da taxa de eclosão, a avaliação foi feita 22 horas após a fertilização, por meio da contagem média de 31 larvas, sendo expresso em porcentagem. A contagem foi feita considerando o número de larvas eclodidas do total de ovos fertilizados.



- Dentre as dificuldades, a sincronização da desova das fêmeas foi feita em tempos diferentes, para que houve tempo hábil e mão de obra o suficiente para fazer a fertilização. Ainda, tal experimento só foi possível porque o sêmen dos machos estavam congelados. Ainda sim, em torno de 10 pessoas trabalharam em todo o processo. A sincronização da fertilização dos ovócitos também foi desafiador. Logo após a desova da fêmea, amostras foram tomadas, particionadas em cinco e pesadas para serem fertilizados com o sêmen dos cinco machos. Este procedimento teria que ser extremamente rápido, pois a duração média do ovócito é de 20 minutos. Após este procedimento, o tempo era cronometrado para que todas as famílias fossem avaliadas no mesmo tempo (9 horas para fertilização e 22 para eclosão). A destreza dos membros da equipe de reprodução foi primordial para o sucesso do experimento. Como pode perceber, o processo operacional é algo extremamente importante e com certeza é o gargalo da pesquisa.



5. Executar um experimento piloto

- Neste caso, o pesquisador teve sorte por não ter rodado um experimento piloto. O experimento foi realizado em uma estação de reprodução de peixes nos quais os funcionários eram profissionais. Certamente se não foi por esse detalhe, o experimento teria fracassado pelo fato de não ter executado um experimento piloto. Aliás, a falta de um experimento piloto fez com que não fosse possível avaliar a interação entre pais e mães, pois foi coletado apenas uma amostra de cada UE.

6. Especificar o modelo

- O modelo foi: Taxa de eclosão/fertilização = constante + efeito de mãe + efeito de pai + erro

7. Rever os passos anteriores

- Acredito que será mais efetivo após executar o experimento piloto.



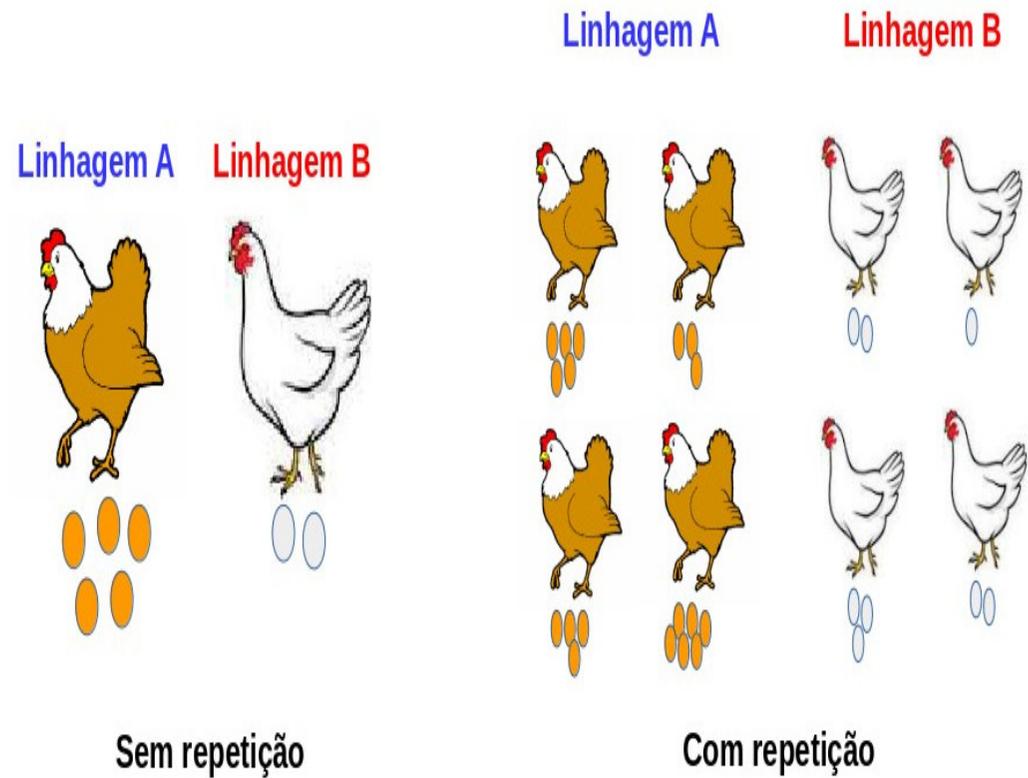
PRINCÍPIOS BÁSICOS DA EXPERIMENTAÇÃO

Repetição

- É o número de vezes que um tratamento ocorre no experimento.
- É sinônimo de UE.
- Lembrando do teorema do limite central, quanto maior o número de repetições, maior será a precisão com o que a média será estimada.



- A idéia é comparar grupos e não as UEs.



- Número de repetições
 - Diversos fatores afetam o número de repetições, dentre eles:
 - Diferença real entre os tratamentos
 - Heterogeneidade do material experimental



Casualização

- Considero tal princípio como primordial e fundamental em qualquer pesquisa do tipo experimental.
- Por meio dela garantimos que todos os fatores estão sendo avaliados sob as mesmas condições, sem favorecimento, de maneira idônea.
- A casualização tem por objetivo nos assegurar uma estimativa não viciada do erro experimental, das médias dos tratamentos e das diferenças entre médias.

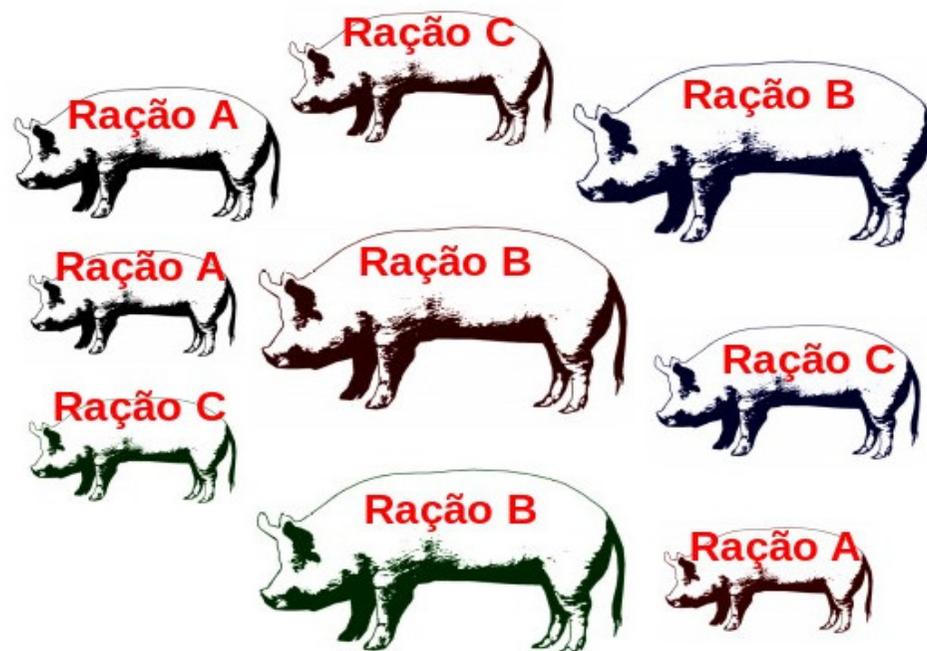


Controle local

- É um princípio que irá depender do seu material biológico, das instalações, enfim, das condições no qual o experimento será realizado e portanto, não é obrigatório.
- Em delineamentos inteiramente ao acaso (será visto outrora), tal princípio não é utilizado já que, parte do princípio que as condições experimentais (material biológico, instalações, etc.) são homogêneas.
- Não entenda como algo apenas físico, pois pode ser também biológico como diferentes faixa de peso.

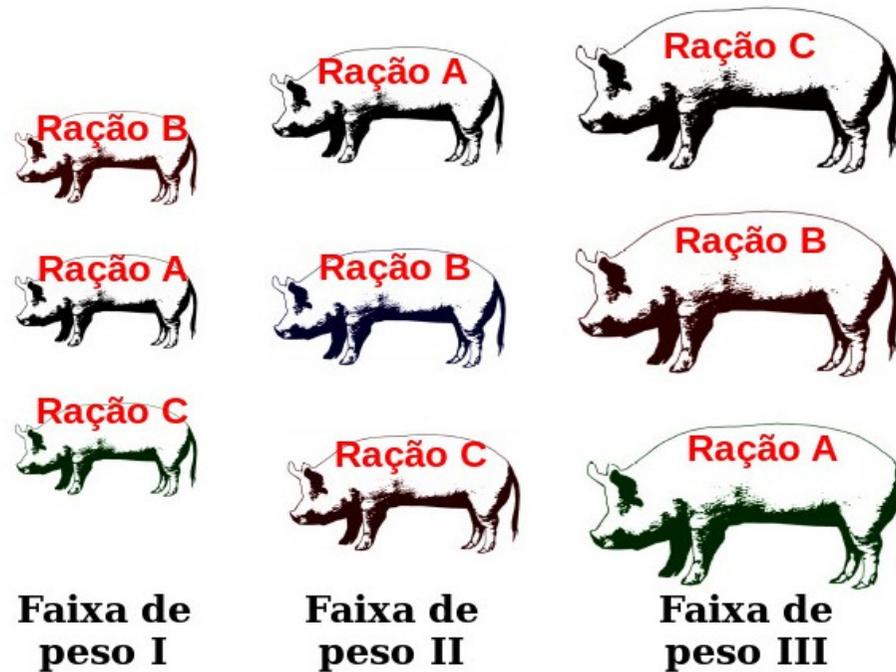


**Com repetição, casualização e
sem controle local**



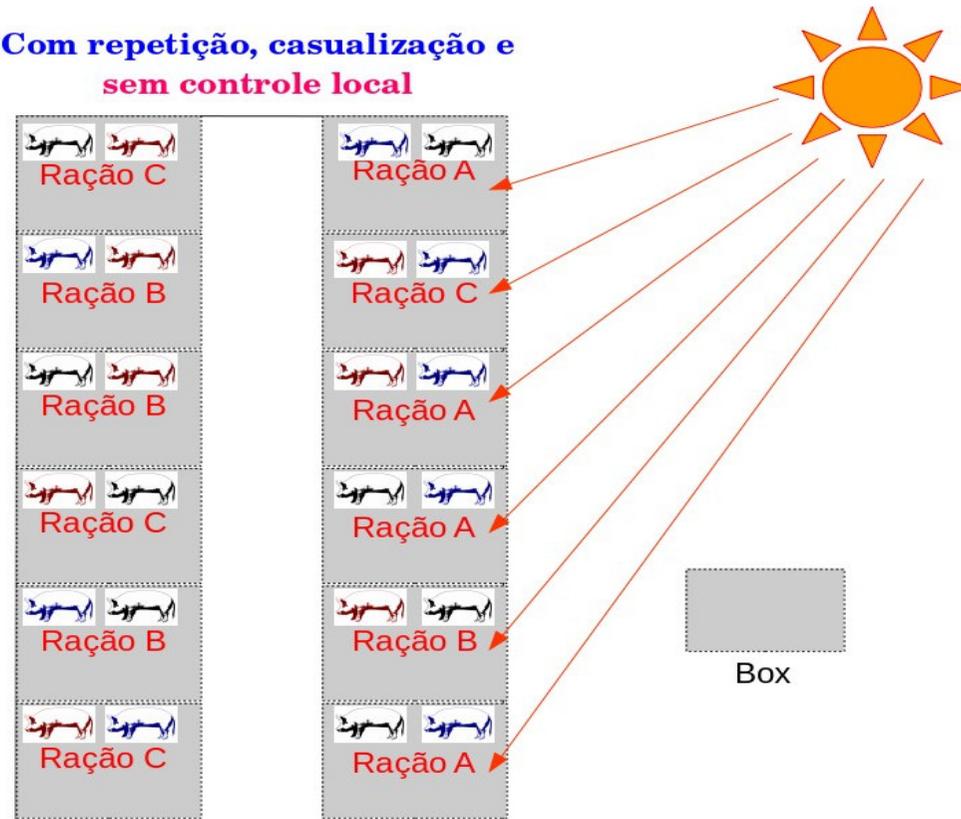
Exemplo tipo biológico - Sem controle

**Com repetição, casualização e
com controle local**



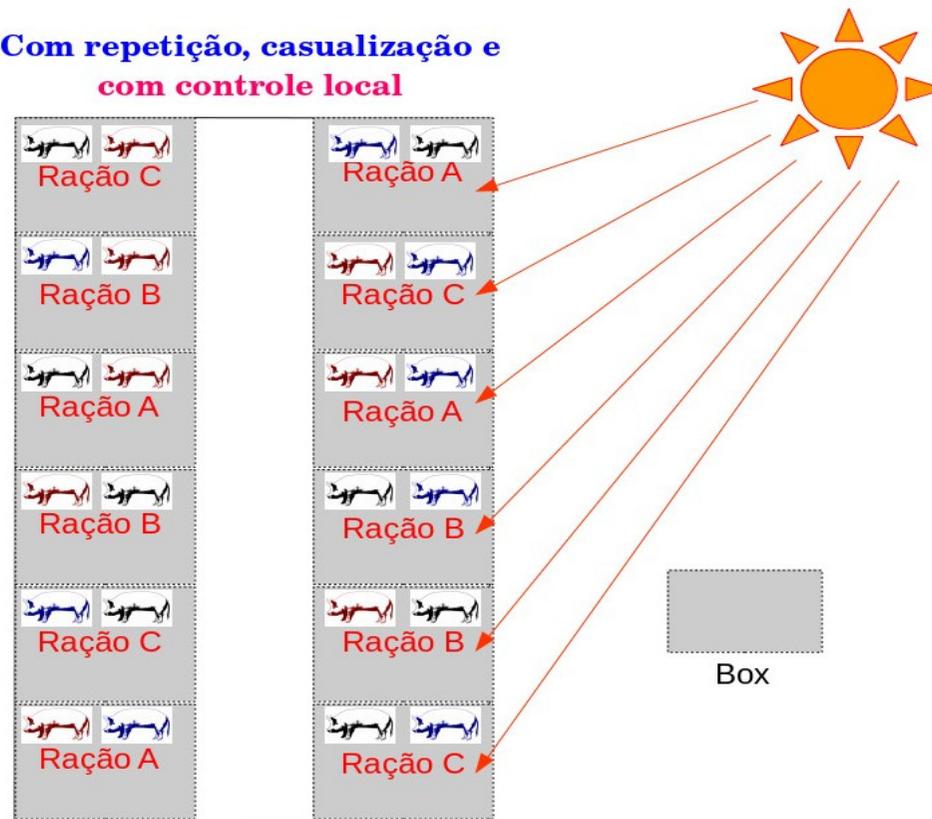
Exemplo tipo biológico - Com controle

**Com repetição, casualização e
sem controle local**



Exemplo tipo físico - Sem controle

**Com repetição, casualização e
com controle local**



Exemplo tipo físico - Com controle