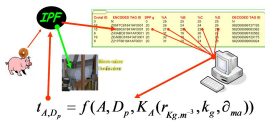


II SIMCARNE – UEL – maio/2013



## Modelagem da composição de carcaça de suínos



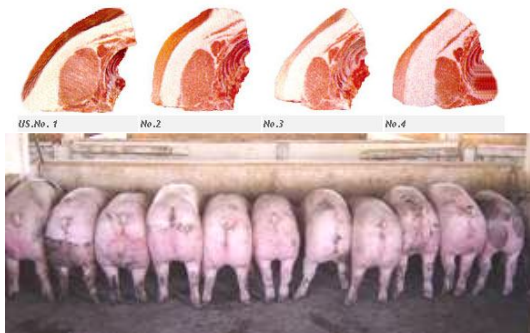
Prof. Marson Bruck Warpechowski  
 Depto. Zootecnia – UFPR



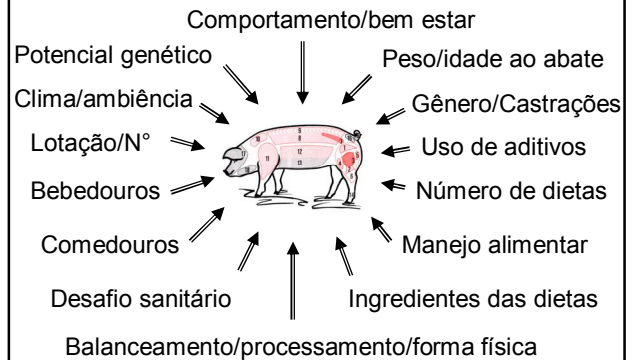
## Composição de carcaça

- Quantidade de carne e gordura
- Rendimento para a indústria
  - de carcaça, de cortes, de carne, de banha
  - de processados (embutidos, curados, cozidos)
  - Interfere na qualidade da carne e processados
- Rendimento para o produtor
  - CA, tempo x kg/ano, valor do produto

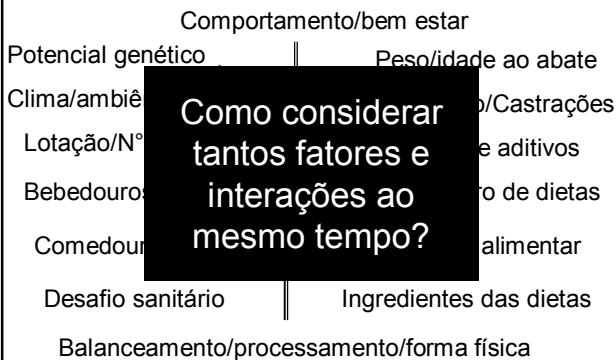
## Porque são diferentes?



## Composição da carcaça



## Dá para controlar?

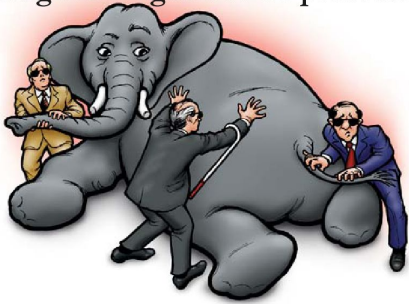


## Modelagem !!!

- Muito útil em situações multifatoriais
- Permite estimar valores e simular situações integrando diferentes fatores
- Precisa de valores e relações conhecidas (dados empíricos/teoria)
- Permite simular efeitos conjuntos que nunca foram misturados (SISTEMAS)
- Exige validação/avaliação empírica

### Sistemas dinâmicos integrados:

Integrar conhecimento para enxergar a magnitude do problema

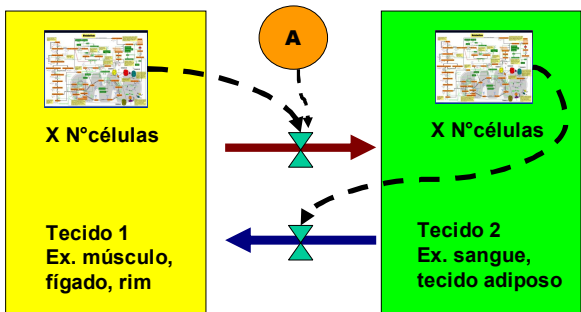
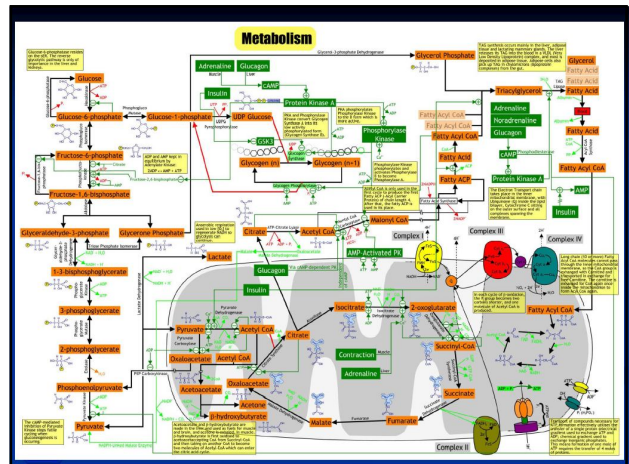
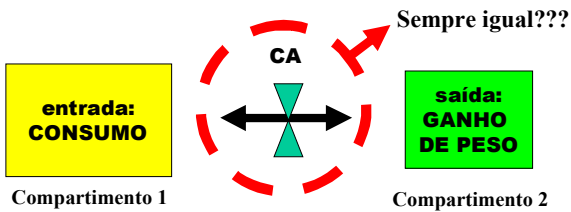


### Classificação dos modelos

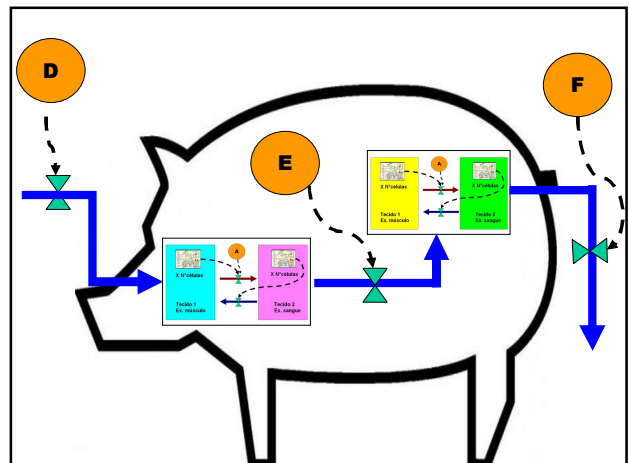
- Simples x Complicados
  - Quanto? Número de fatores, relações, compartimentos e entradas (*inputs*)
- Empíricos x Mecanísticos
  - Quanto? Profundidade da descrição do(s) mecanismo(s) utilizado(s)
- Deterministas x Probabilísticos
- Estáticos x Dinâmicos

### Ex. modelo simples, empírico, linear, estático, paramétrico

- uma variável de entrada
- uma relação estática (não varia com o tempo)
- a saída é um valor pontual, sem dispersão

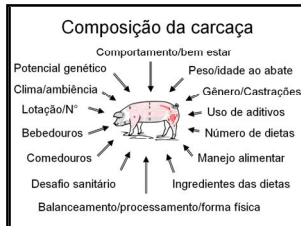


● Fatores externos     
 → ← Taxas de fluxo     
 → ← Efeitos sobre parâmetros



## Efeitos dos Fatores

- Em modelos mecanístas e dinâmicos, os fatores afetam os parâmetros que descrevem os mecanismos e limites



## Alguns modelos e sistemas aplicados

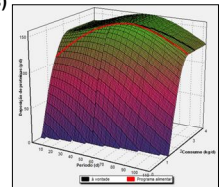
- NRC 1998...** Estima necessidades nutricionais para leitões em crescimento, porcas em gestação e em lactação, considerando curvas de deposição de proteína (cúbica e exponencial), sexo e efeitos de ambiente
- Rostagno** Estima necessidades nutricionais por fase e categoria animal com base na curva de deposição protéica
- INRAPORC** Estima e compara necessidades nutricionais, desempenho, eficiência biológica e excreção de dejetos de leitões em crescimento, porcas em gestação e lactação, considerando efeitos de sexo, genótipo, manejo, composição e forma física do alimento, ambiente, alojamento, sistema de produção ...
- EFG** Utiliza a descrição do potencial genético para crescimento com parâmetros da curva de Gompertz. Determina as necessidades nutricionais de energia, proteína e aminoácidos e programa alimentação para maximizar o lucro. Não leva em conta efeitos de composição da dieta

## “Motor” dos modelos

- Não cresce sem comer, mas quanto vai comer???
- “Cresce-porque-come” ou “Come-porque-cresce”?
- “Predição das necessidades nutricionais” ou “Predição do desempenho e deposição”?

## O que determina o crescimento?

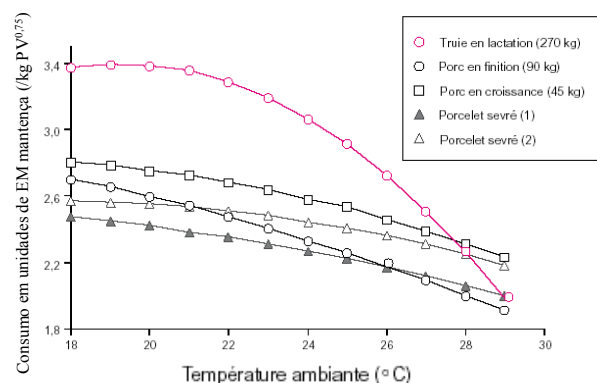
- Potencial de deposição imediato (dinâmico)**
  - Homeostase x Homeorese
  - Crescimento ponderal dos tecidos
  - Disponibilidade x necessidade de nutrientes/energia
- Atendimento das necessidades nutricionais**
  - Consumo (limites físicos e metabólicos x disponibilidade)
  - Balanceamento (valores disponíveis)
- Controlando-se esses fatores, controla-se a composição do produto**



## “Motor” dos modelos

- Ex. Cresce porque come**
  - Potencial de consumo baseado em curva polinomial ou não linear de peso vivo
  - Fatores diminuem o consumo: estresse térmico, lotação, sexo, ...
  - Partição do consumido depende da curva de deposição protéica + gordura mínima
  - Excesso usado para acumular gordura

## Temperatura x Consumo x Idade

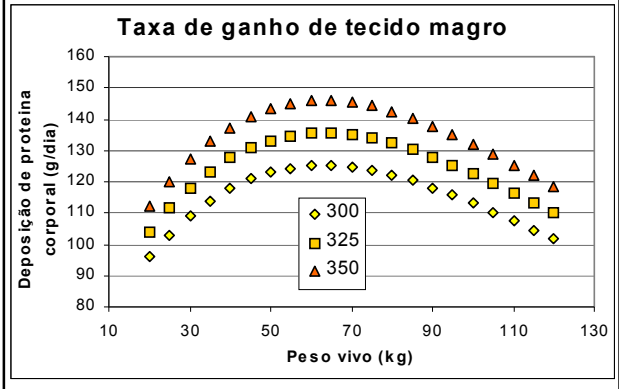


Quiniu et al. 2000

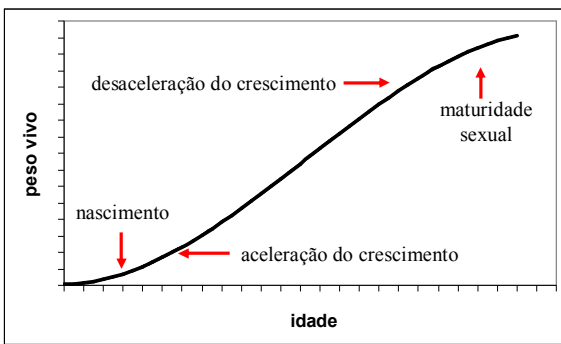
## Parâmetros dos modelos

- Curvas de crescimento/deposição
  - Tamanho adulto (platô de peso vivo)
  - Potencial médio de deposição protéica
  - Precocidade: ponto de máxima
  - Forma da curva X Período considerado
  - Linear, linear-platô, polinomial, não linear
  - Unifatorial x Multifatorial (superfície)
  - Efeito de fatores: geral ou por parâmetro

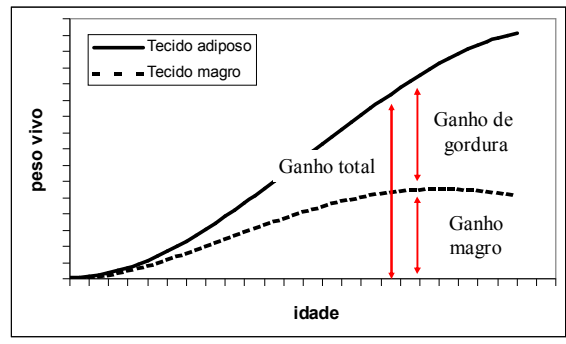
## Potencial de deposição: média e dinâmica



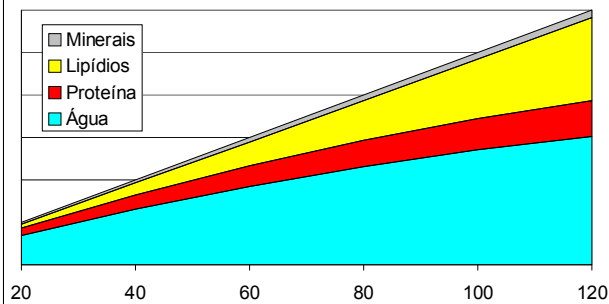
## Curva de Crescimento



## Curva de Crescimento (consumo à vontade)



## Evolução da composição corporal de suínos de acordo com o peso vivo (kg) - consumo a vontade



Elaborado com dados empíricos da EMBRAPA-CNPQA (1979)

## Composição tecidual x química

### Tecido adiposo



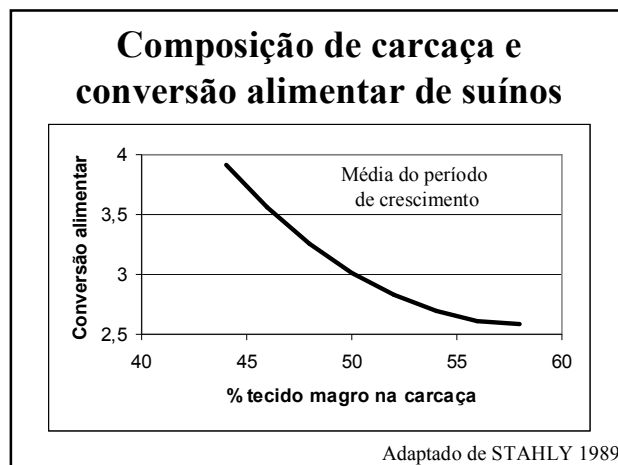
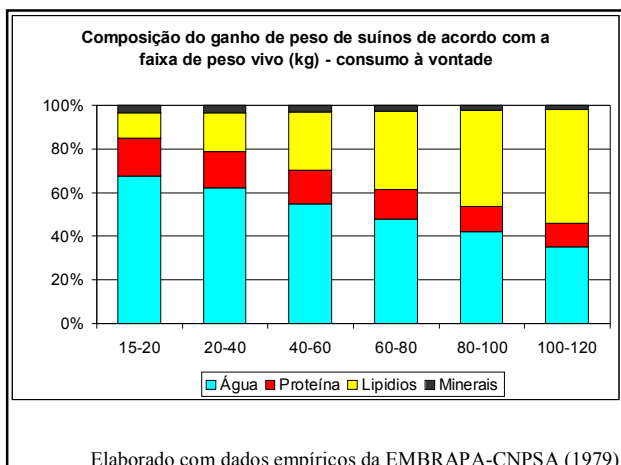
80 g alimento  
= 20 g gordura

### Tecido magro



100 g alimento  
= 80 g tecido magro





Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)  
**ScienceDirect**  
 Animal Feed Science and Technology  
 143 (2008) 387–405  
[www.elsevier.com/locate/anifeedsci](http://www.elsevier.com/locate/anifeedsci)

**ELSEVIER**

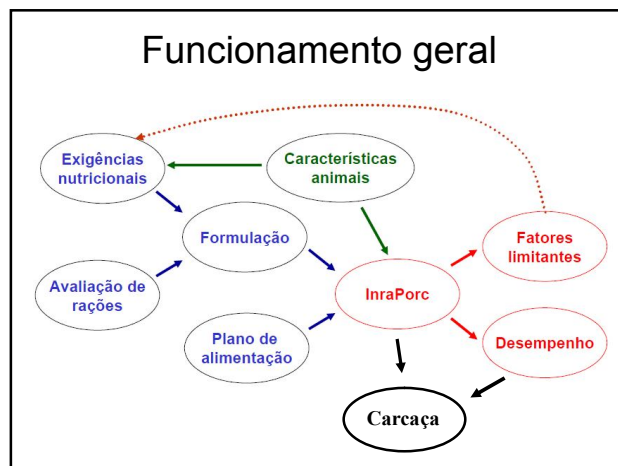
**ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs<sup>☆</sup>**

Jaap van Milgen\*, Alain Valancogne, Serge Dubois, Jean-Yves Dourmad, Bernard Sève, Jean Noblet

*INRA, UMR Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, 35590 Saint-Gilles, France*

**InraPorc: Um modelo matemático e uma ferramenta de apoio a decisões para nutrição de suínos**



- Parâmetros de referência**
- Concentração de PB no tecido magro: 23 %
  - Concentração de gordura no tecido adiposo: 90 %
  - Deposição óssea associada à deposição protéica
  - Curvas de deposição protéica para tipos diferentes de suínos (sexo, genótipo,...)
  - Consumo e ganho de peso calibráveis para a situação de campo (curva de consumo a vontade)

- Exemplo de calculo fatorial**
- Necessidade LIS (digestib. ileal padronizada)  
 Manutença =  $0,036 \text{ g/kg PV}^{0,75}$   
 Crescimento =  $0,12 \text{ g/g PB depositada}$
  - EB x ED x EM x EL (Composição x Digestibilidade)
  - EM manutenção =  $106 \text{ kcal/kg PV}^{0,75}$
  - EM deposição proteína =  $10,6 \text{ kcal/g}$
  - EM deposição gordura =  $12,5 \text{ kcal/g}$

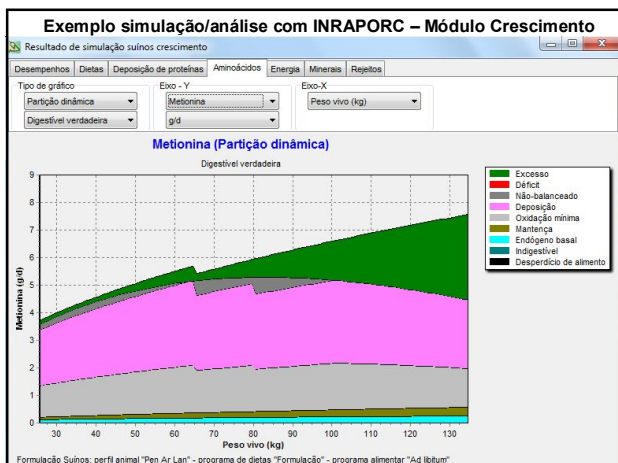
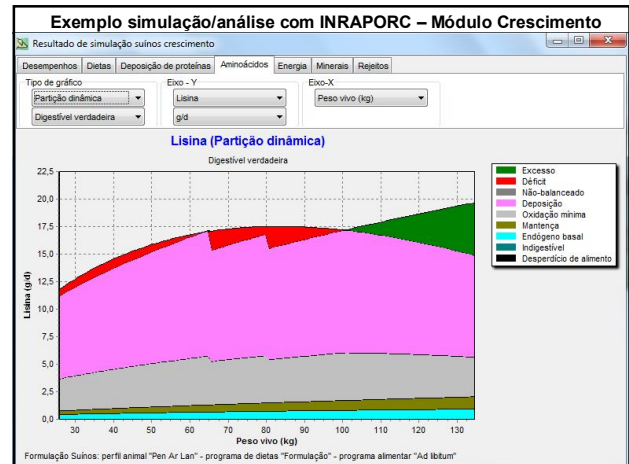
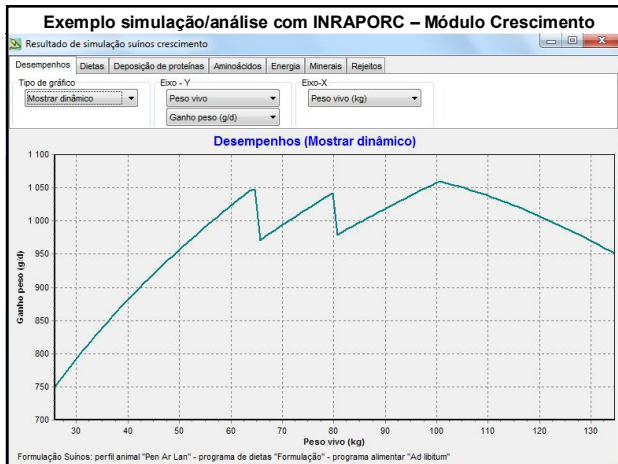
## Cálculos

- Para os outros AAs essenciais (digest ileal verdadeira)
- Calculados a partir da LIS, em g/dia
- Soma de necessidades para manutenção e ganho
- Convertidos para % através do consumo diário calculado

AA	Mantença	Deposição
LIS	100	100
MET	25	27
MET + CIS	123	55
TRE	151	60
TRI	26	18
LEU	70	102

## Diferenciais - INRAPORC

- Calibração: permite ajustar fatores locais desconhecidos que afetam consumo e deposição
- Entrada detalhada de manejo alimentar, plano de dietas, composição anatômica da carcaça...
- Permite escolha de diferentes métodos e modelos de ajuste da curva de deposição
- Permite simulação de comparação de cenários
- Simula os efeitos com dinâmica diária
- Balanço final x Soma de oscilações



## Avaliação do INRAPORC em condições brasileiras

Ciência Rural, Santa Maria, v.43, n.4, p.689-695, abr. 2013  
ISSN 0103-8478

**Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico**

Diets for pigs fitted through the model InraPorc®: performance, carcass traits and economic impact

Carlos Augusto Rigon Rossi<sup>I</sup> Paulo Alberto Lovatto<sup>II</sup> Chella Roberta Lehnen<sup>II</sup>  
Bruno Neutzling Fraga<sup>II</sup> Gustavo Dias Lovato<sup>II</sup> Marcos Speroni Ceron<sup>II</sup>

### Avaliação do INRAPORC em condições brasileiras Rossi et al. 2013 (UFMS)

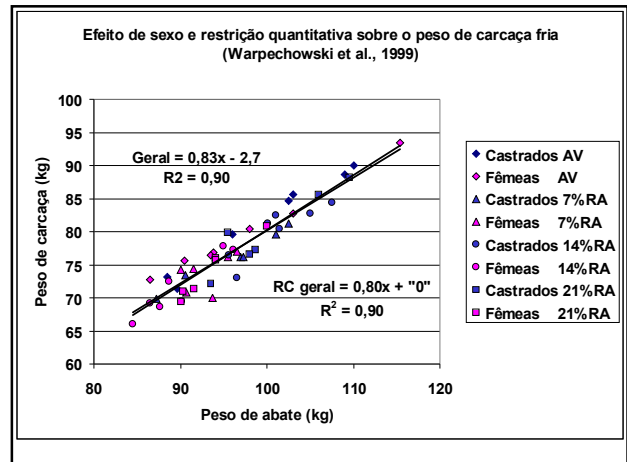
- Calibração com dados teóricos/médios
- 36 machos castrados e 36 fêmeas
- Início com ~20kg e abate com ~110 kg PV
- 2 dietas de crescimento e 2 de terminação
- Controle (Rostagno) x Nova (INRAPORC)
- Consumo a vontade até o abate

### Avaliação do INRAPORC em condições brasileiras Rossi et al. 2013 (UFMS)

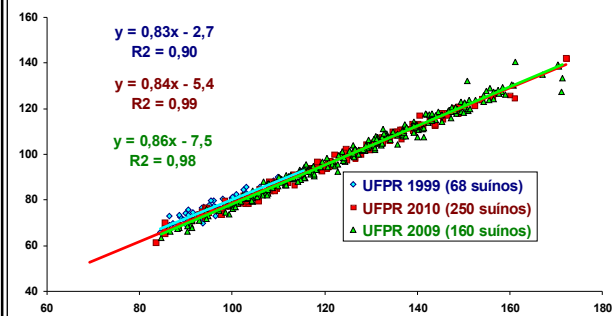
- Sem efeitos sobre desempenho zootécnico
- Sem efeito sobre carcaças
  - peso e rendimento de carcaça
  - perda no resfriamento, qualidade da carne
  - Comprimento, quantidade de carne
  - ET e conformação
- Menor custo e maior da Receita Líquida

### Avaliação do INRAPORC em condições brasileiras (experimentos da UFPR 99-2012)

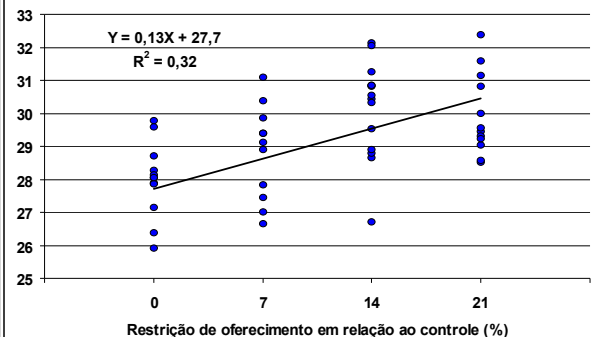
- Efeitos de peso de abate (até ~160 kg), sexo, manejo alimentar, genótipos distintos
- Peso e rendimento de carne por cortes
- Principais dúvidas (Brasil – França)
  - Métodos de abate e avaliação de carcaças
  - Composição de ingredientes das dietas
  - Manejo alimentar e ambiência
  - Interações genótipo ambiente



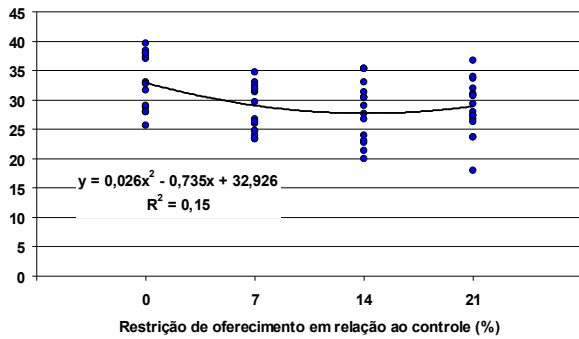
### Efeito do peso de abate sobre o peso de carcaça de suínos (Experimentos da UFPR)



### Efeito do nível da restrição quantitativa sobre a percentagem de pernil na carcaça fria (Warpechowski et al., 1999)

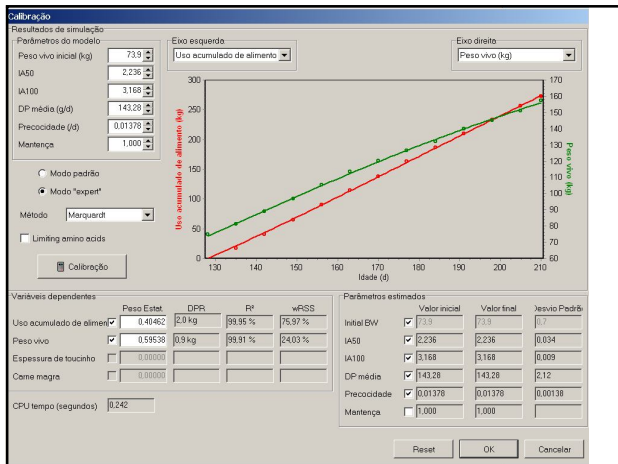


Efeito do nível da restrição quantitativa sobre a espessura de toicinho na carcaça (mm) (Warpechowski et al., 1999)

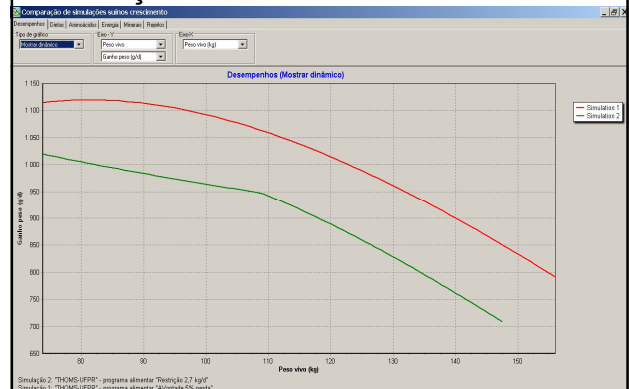


Avaliação do INRAPORC  
Experimento UFPR 2012

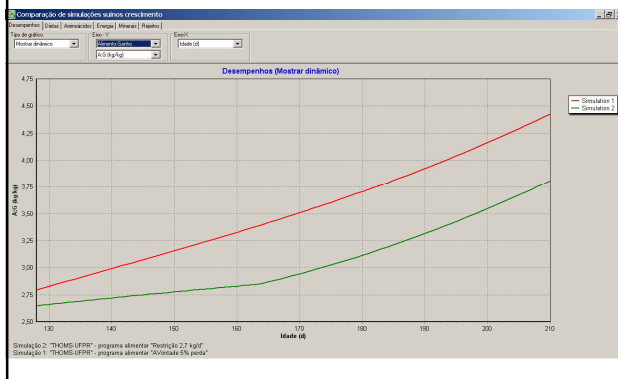
- Simulação de manejo comercial
- Machos castrados x Fêmeas
- Alimentação a vontade ou restrita fixa
- Peso de abate de ~80 a ~160 kg
- Pesagem e ecografia semanal
- Calibração com desempenho à vontade
- Avaliação da predição da carcaça e do efeito de sexo e restrição quantitativa



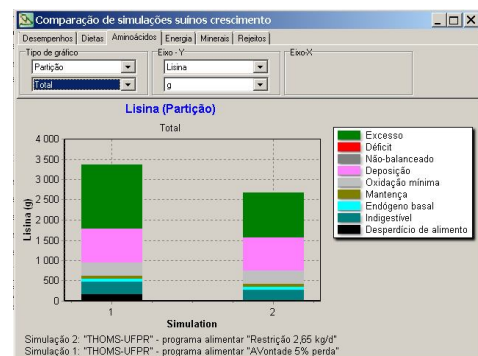
Avaliação do INRAPORC – UFPR 2012



Avaliação do INRAPORC – UFPR 2012

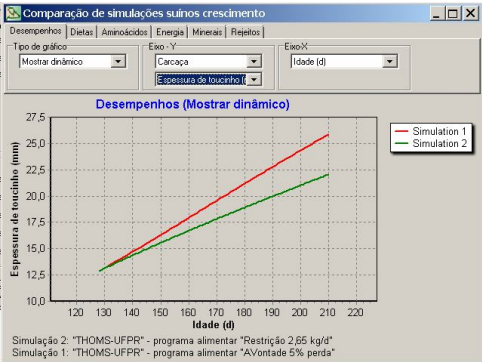


Avaliação do INRAPORC – UFPR 2012





## Avaliação do INRAPORC – UFPR 2012

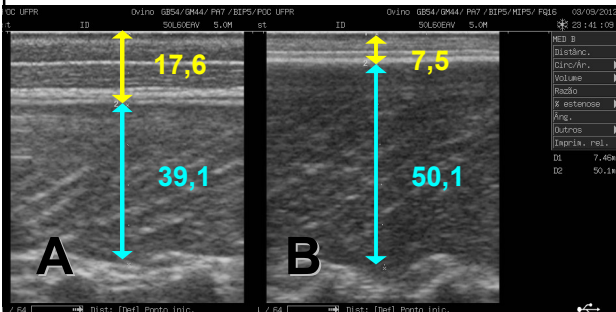


## Medição de espessura de tocinho e de lombo por ecografia



Entre última e penúltima costelas, 6,5 cm lateral à linha dorsal  
 Warpechowski, Pierozan, et al., UFPR (2012)

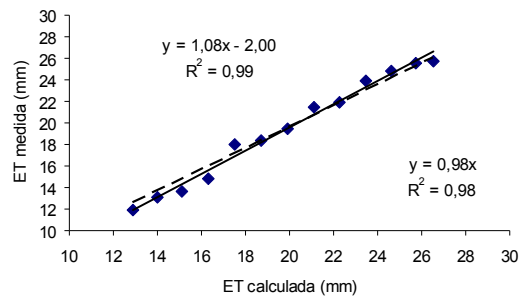
## Medição de espessura de tocinho e de lombo por ecografia



Entre última e penúltima costelas, 6,5 cm lateral à linha dorsal  
 Warpechowski, Pierozan, et al., UFPR (2012)

## Avaliação do INRAPORC – UFPR 2012

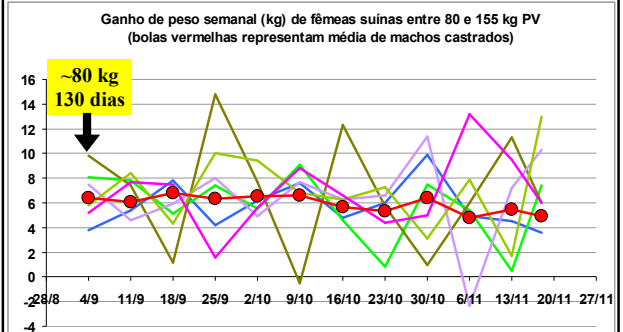
### Predição pelo INRAPORC da espessura de tocinho de suínos entre 80 e 155 kg



## Avaliação do INRAPORC Experimento UFPR 2012

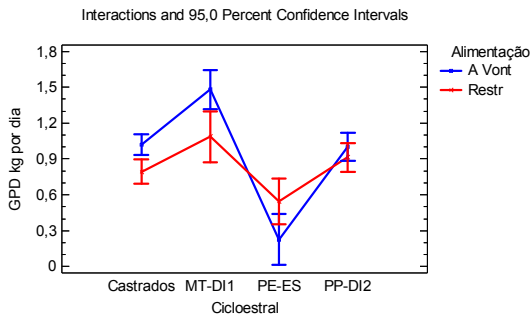
- INRAPORC foi muito eficiente para prever desempenho e carcaça de machos castrados e fêmeas antes da puberdade, sob diferentes condições de consumo e até pesos superiores a 150 kg
- Não foi possível calibrar para as fêmeas que entraram em puberdade (>100 kg)

## Efeito de sexo (ciclo estral - fêmeas púberes)



Alojadas em grupos de 2-3 fêmeas, sob arraçoamento a vontade ou restrito  
 Warpechowski, Machado, et al., UFPR (2012)

## Efeito de sexo (ciclo estral - fêmeas púberes)



PP pré-púberes, PE pró-estro, ES estro, MT metaestro, DI1-2 Diestro

Machado, et al. SBZ (2013)

## Avaliação do INRAPORC Próximos experimentos UFPR

- Modelagem do efeito de ciclo estral sobre comportamento de consumo e deposição
- Avaliação da precisão e exatidão da predição de alterações na formulação da dieta e no manejo alimentar sobre desempenho, carcaça e excreção
- Interações entre qualidade da carcaça e a qualidade da carne

## Agradecimentos

- Equipe GPAC – UEL
- Equipe LabSisZoot – UFPR
- PPG Ciências Veterinárias – UFPR
- Ajinomoto Animal Nutrition
- INRA-PEGASE e AgroCampus Ovest



Prof. Marson Bruck Warpechowski  
Depto. Zootecnia – UFPR  
marson@ufpr.br  
www.ufpr.br/~labsiszoot