


 Universidade Federal do Paraná
 Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
 AZ 753 Tópicos em Produção Animal



Sistematização e modelagem em produção de não ruminantes

Parte 3

Prof. Marson Bruck Warpechowski


 Curso em parceria com o DZDR-UFSC, out/2010

Nomenclatura

- Fator x Variável x Parâmetro
- Discreta x Contínua
- Entrada x Saída
- Equação x Modelo x Sistema

Nomenclatura

- Fator: que resulta em determinado efeito
 - Temperatura, Sexo, Granulometria, Massa ...
- Variável: quantifica/mede/classifica eventos
 - Medida utilizada para expressar o fator
 - Temperatura média, Sexo, IGM, Peso vivo ...
- Parâmetro: coeficiente de uma equação/função
 - Variável nem sempre é parâmetro, o inverso sim
 - Pode ser estimado também equação/modelo

Nomenclatura

- Variável Contínua
 - Quantitativa mensurável
- Variável Discreta
 - Classificatória: escores e classes em geral
- Possuem distribuição de frequência diferentes e específicas
- Podem ser usadas em modelos mistos, mas com ferramentas estatísticas adequadas

Nomenclatura

- Variáveis de Entrada e de Saída
 - Princípio da causa-efeito
 - Fatores de influencia x informações esperadas
 - Variáveis parâmetros intermediários
- O conceito teórico define a causa-efeito, mas nem sempre é facilmente aplicável
 - Cresce por que come ou Come por que cresce?
 - Mais digestível passa mais rápido?

Nomenclatura

- Equação x Modelo
 - Equação pode ser modelo, nem sempre o contrário
 - Modelo pretende simular situações e eventos
- Modelo x Sistema
 - Sistemas integram dois ou mais modelos para simular a realidade de acordo com efeito simultâneo e integrado de diferentes fatores
- Ex.: Modelos de crescimento e Sistemas de determinação das necessidades nutricionais

Predição Qualitativa

- Permite classificação ou SIM/NÃO
- Qualitativo: Sexo, Raça, Sistema, Processo ...
- Muitos poderiam ser quantificados com base em algumas variáveis que definem diferenças
- Modelos com diagramas de chaves para tomada de decisão ou classificação (IF-THEM)
 - Classificação de ovos (e lotes de poedeiras)
 - Classificação de carcaças para processamento
 - Escore e Categoria de porcas reprodutoras

Predição Quantitativa

- Modelos lineares estatísticos comuns
 - $Y = \mu + A + e$ (Média, Fator A, erro)
 - $Y = \mu + A + B + \hat{e}$
 - $Y = \mu + A + B + A*B + \hat{e}$
- Podem ser equações (variáveis contínuas)
 - $Y = b_0 + b_1X + \hat{e}$
 - $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + \hat{e}$
 - $Y = \text{Ganho de peso}, X = \text{Nível de lisina}$

Predição Quantitativa

- Podem ser mistos
 - $Y = \text{Ganho de peso}, X = \text{Nível de lisina}, A = \text{Sexo}$
 - $Y = \mu + A + b_1X + A*b_1X + \hat{e}$
 - $Y = \mu + A + b_1X + A*b_1X + b_2X^2 + A*b_2X^2 + \hat{e}$
 - Exemplo modelo misto [QualixQuanti](#)
- Não lineares
 - $EMm = C*PV^n$ (Energia manutenção função do peso)
 - $W_t = W_0 \exp\{(L/K)*(1 - e^{-Kt})\}$ (cresc. Gompertz)
 - $Y = t^n / (t^n + K)$ (sigmoide simétrica tipo Hill)
 - $Y = (1 - e^{-n(t-t_0)}) / (1 + Ke^{-n(t-t_0)})$ (Sigm. assimétrica)
 - Exemplo [Gomperz](#)

Classificação dos modelos

- simples x complexos x complicados
- empíricos x mecanísticos
- deterministas x probabilísticos
- estáticos x dinâmicos

Classificação dos modelos simples x complexos x complicados

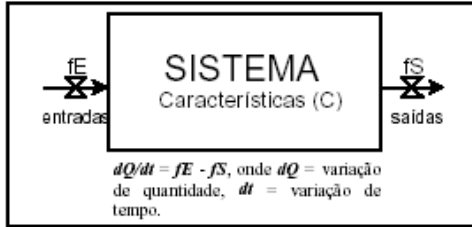
- Simples x Complicado
 - “Todas” os fatores e efeitos são conhecidos e previsíveis pelo modelo
 - Acender e apagar a luz (sim/não corrente)
 - Funcionamento detalhado de um computador
- Complexidade
 - Quantidade de fatores necessários para o modelo e o quanto é difícil conhecer/prever seus efeitos e interações (organismos vivos x ambiente)

Classificação dos modelos empíricos x mecanicistas

- Empírico não que dizer “mal feito”, mas que o mecanismo não foi explicado
- Relações resultantes de observação de dados reais da população de eventos a campo
- Ou a partir de experimentação em ambiente controlado (fatores medidos ou fixos)
- Ex. Desempenho, Digestibilidade, etc.

Classificação dos modelos empíricos x mecanicistas

- Conceito de “caixa preta”

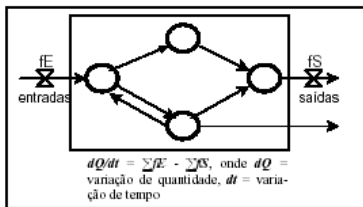


Classificação dos modelos empíricos x mecanicistas

- Relação linear de duas variáveis
 $GP = 0,4 * Consumo (CA = 1/0,4 = 2,5)$
 - Válido para qualquer animal, dieta, manejo?
 - Quanto do alimento é disponível?
 - Quanto do disponível é convertido em GP?
 - Quanto de cada fração nutricional?
 - O que influencia o consumo?
 - Independente do peso inicial?
 - Relacionado com a composição do ganho e idade?

Classificação dos modelos empíricos x mecanicistas

- A compreensão do que acontece no interior da “caixa preta” e o uso das relações com fatores conhecidos torna o modelo (mais) mecanicista



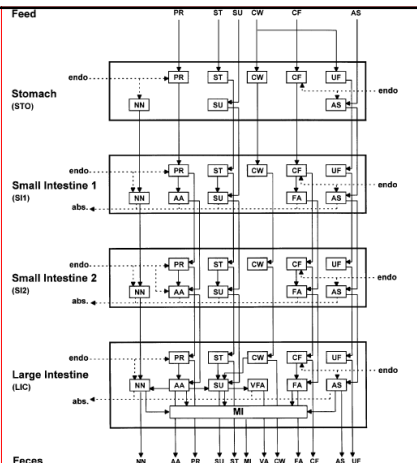
Classificação dos modelos empíricos x mecanicista

- Modelos (mais) mecanicistas tendem a ser mais exatos, precisos, flexíveis e úteis, mas:
 - Maior o número de variáveis de entrada - nem sempre disponíveis ou com medições confiáveis
 - Maior complexidade e maior necessidade de conhecimento técnico do operador
- Considerando o acúmulo, disponibilidade e profundidade do conhecimento teórico disponível atualmente, esses fatores é que limitam o avanço da modelagem e do seu uso

Ex.: Modelo de Bastianelli et al. (1996)

Digestão e absorção em suínos

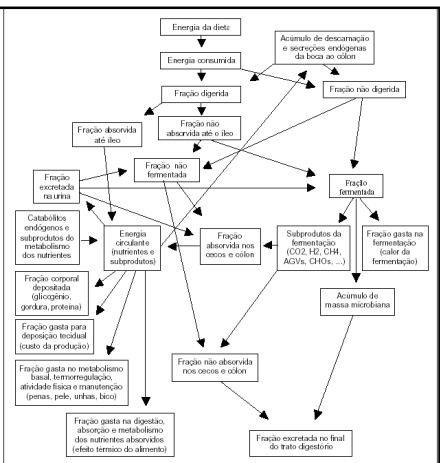
6 compartimentos e 44 sub-compartimentos

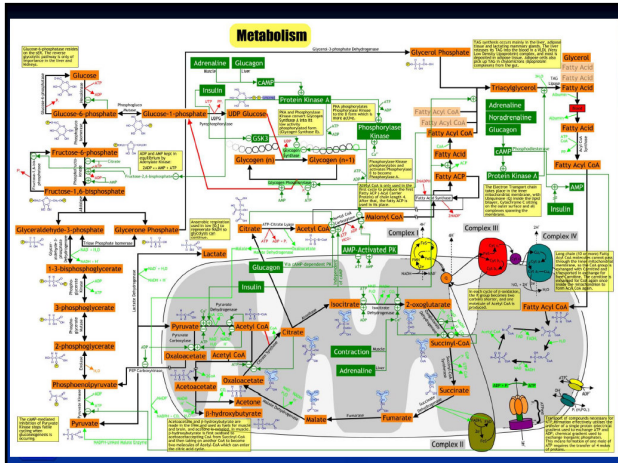


Ex.2: Modelo de Warpechowski (2005)

Partição da energia em frangos

22 compartimentos e 31 relações equacionáveis



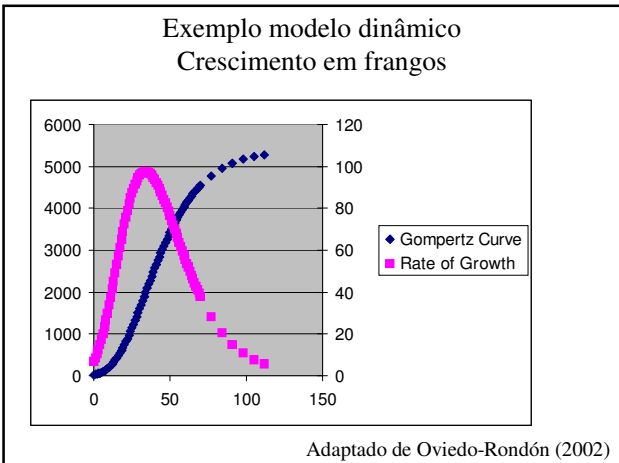
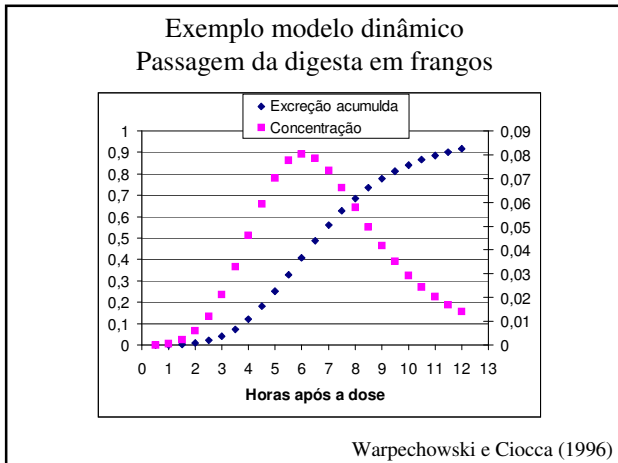
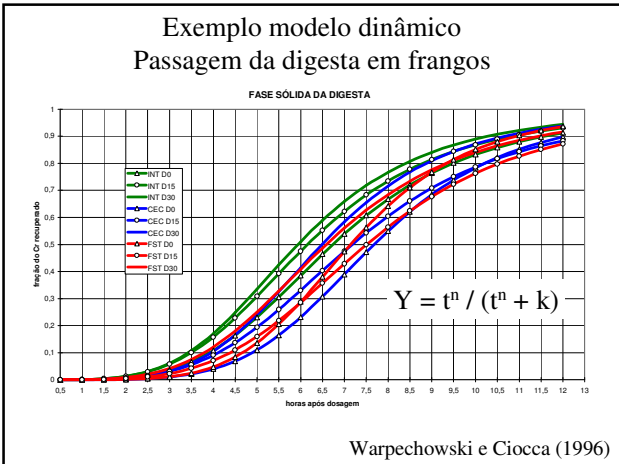


Classificação dos modelos Deterministas x Probabilísticos

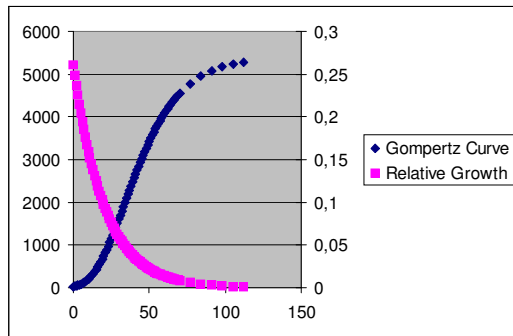
- **Deterministas ou Paramétricos**
 - Os parâmetros do modelo são fixos ou tem taxas de alteração fixas longo do tempo
 - Regressão/Classificação com parâmetros fixos
- **Probabilísticos ou Estocásticos**
 - Os parâmetros do modelo não são fixos e variam de acordo com uma distribuição probabilística e dentro de um intervalo de confiança especificado
 - A publicação dos desvios padrão permite elaborar modelos estocásticos (CV% nem sempre permite!)

Classificação dos modelos Estáticos x Dinâmicos

- **Estáticos**
 - Não incluem o efeito do tempo nas equações
 - Avaliações pontuais e/ou médias de períodos
- **Dinâmicos**
 - Variações lineares ou não-lineares nos parâmetros ao longo do tempo (mesmo que indiretamente)
 - Geralmente utilizam equações diferenciais
 - Utilizados para simular fenômenos e processos biológicos, químicos, físicos e econômicos (!!!)



Exemplo modelo dinâmico Crescimento em frangos



Adaptado de Oviedo-Rondón (2002)

Ferramentas

- Planilhas de dados
 - Excel, Lotus, Access, Dbase, OOChart, OBR, etc.
- Programas estatísticos e de cálculo
 - Saeg, SAS, R-Project, Statgraphics, Statistics
 - Matlab, EViews, etc.
- Simuladores e modeladores
 - ModelMaker, Stella, SMART, WINSAM, ACSL
- Programas finais aplicados
 - Nutricionais, Administrativos, Econômicos, etc...

Alguns sistemas aplicados: Aves

| Modelo | Descrição dos métodos e dos objetivos principais |
|------------------|--|
| BPHL® King, 2001 | Estima os efeitos dos aminoácidos da dieta na composição da carcaça e no crescimento dos frangos |
| Câmera® | Otimiza os recursos da cadeia produtiva na busca do máximo lucro. Propõe dietas para otimizar o lucro da venda dos frangos acorde com o objetivo de produção |
| EFG® Software | Utiliza a descrição do potencial genético para crescimento com parâmetros da curva de Gompertz. Determina as necessidades nutricionais de energia, proteína e aminoácidos e o melhor programa de alimentação para maximizar o lucro |
| FORTEL® | Estima a taxa de crescimento e eficiência alimentar ao utilizar um determinado programa de alimentação. |
| Guevara, 2004 | Utiliza programação não linear para otimizar o lucro acorde com o nível de energia da dieta. |
| IGM™ | Baseado em dados de experimentos determina os efeitos do nível de energia, aminoácidos sulfurados e o programa de alimentação no desempenho e custos de produção |
| OmniPro® II | Utiliza dados médio de desempenho de campo das diferentes linhagens genéticas o cruzamentos, ou dados de crescimento do cliente. Este é um modelo dinâmico, semi-empírico que determina as concentrações das dietas ou os programas de alimentação e requerimentos para maximizar lucro. |
| Pesti/Brill | Utiliza resultados de experimentos delineados para análise de regressão com superfície de resposta para estimar ótimos econômicos baseados nos níveis de energia e proteína da dieta |

Oviedo-Rondón (2002)

Alguns sistemas aplicados: Suínos

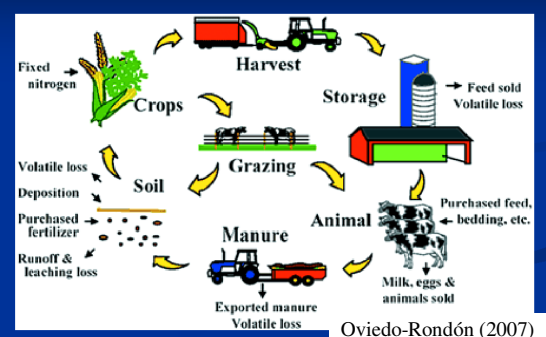
| | |
|-----------|---|
| NRC 1998 | Estima necessidades nutricionais para leitões em crescimento, porcas em gestação e em lactação, considerando curvas de deposição de proteína (cúbica e exponencial), sexo e efeitos de ambiente |
| Rostagno | Estima necessidades nutricionais por fase e categoria animal com base na curva de deposição protéica (também para aves) |
| 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 e composição alimentar, ambiente, 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 considera efeitos da composição da dieta |
| EvaluePig | Estima valores de AAs digestíveis, EL e Pdisp de alimentos e dietas a partir de regressão múltipla com a composição química |
| Mêlodie | Modelo para estimar fluxo de nutrientes em fazendas integradas de suínos, vacas leiteiras e lavoura/pastagem, usado para avaliar estratégias econômicas e de minimização de impacto ambiental |

Sistemas dinâmicos integrados

- Princípios e aplicações
- Compartimentalização
- Integração e Otimização

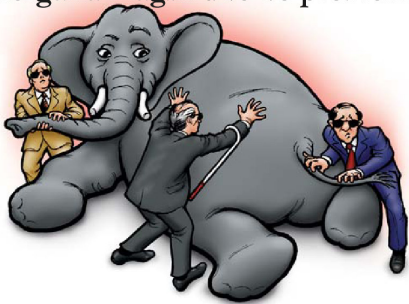
Sistemas dinâmicos integrados:

Problemas Complexos do Manejo de Nutrientes no Animal e no Ambiente



Oviedo-Rondón (2007)

Sistemas dinâmicos integrados: Integrar conhecimento para enxergar a magnitude do problema



Oviedo-Rondón (2007)

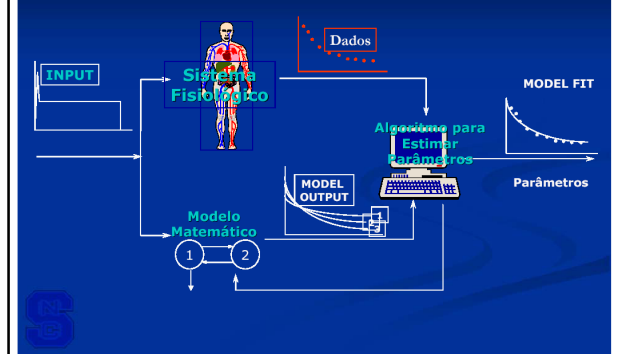
Sistemas dinâmicos integrados

- Compartimentalização x Otimização
 - Estudar relações separadas (tradicional) e integrar compartimentos em um modelo complexo
 - Permite alto grau de detalhamento de relações específicas sem perder o efeito das interações
 - A integração matemática de múltiplos compartimentos permite otimização de acordo com efeito/interação de diferentes fatores simultâneos
 - Modelos integrados complexos coerentes podem gerar resultados vistos como anômalos ou valores otimizados que simulam “decisões instintivas”, mas que são réplicas possíveis de situações reais

Desenvolvimento de modelos

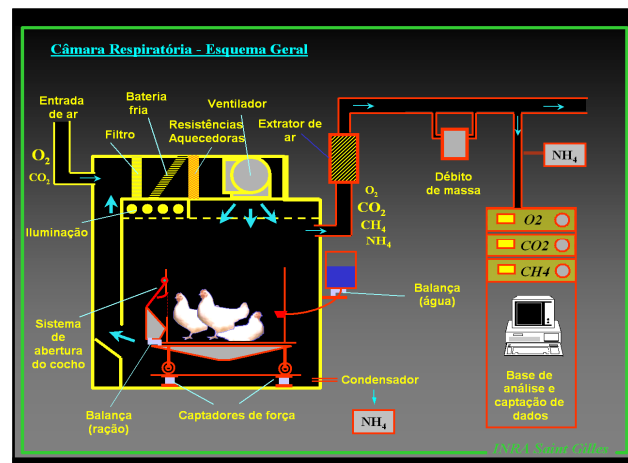
- Elaboração de modelos
 - Definição teórica dos objetivos, fatores, efeitos e variáveis
 - Obtenção e sistematização de dados (teóricos e/ou reais; experimentais – próprios e/ou de revisão; e/ou de campo)
 - Determinação de classificações, relações e equações de predição
 - Integração matemática das equações e variáveis classificatórias
 - Ajuste do(s) modelo(s) e estimativa dos parâmetros com base no banco de dados original ou base

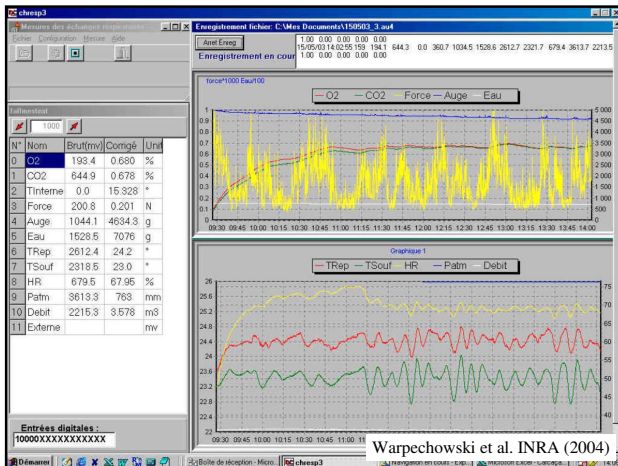
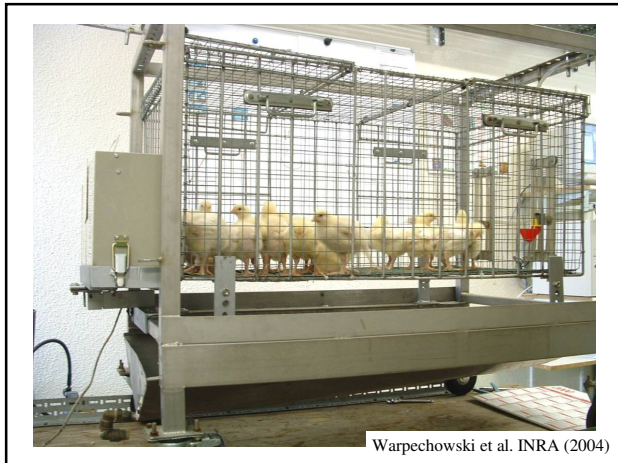
Estimação de Parâmetros



Exemplo de sistema dinâmico: Cinética de gases para determinar produção de calor e a partição da energia da dieta em frangos

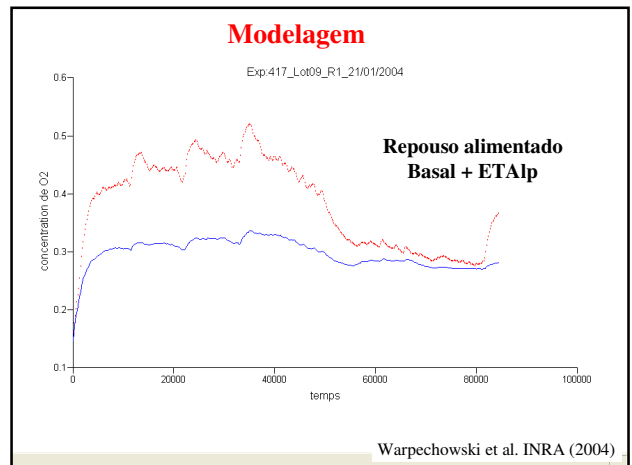
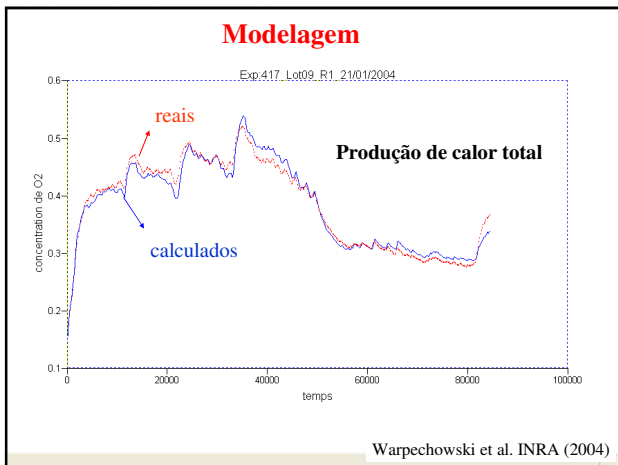
Warpechowski, Dubois, Van Milgen
e Noblet (2003-2004) INRA - França

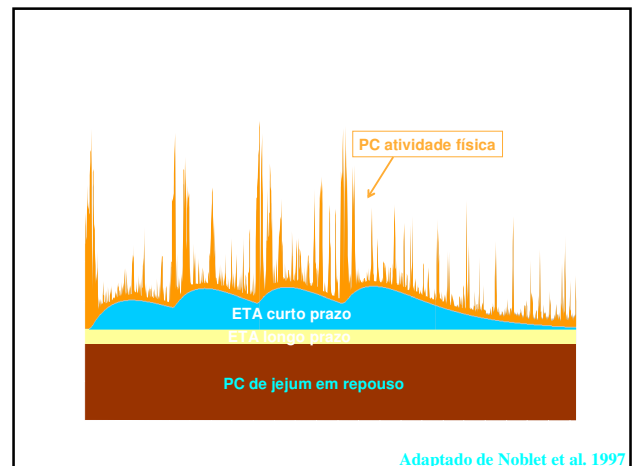
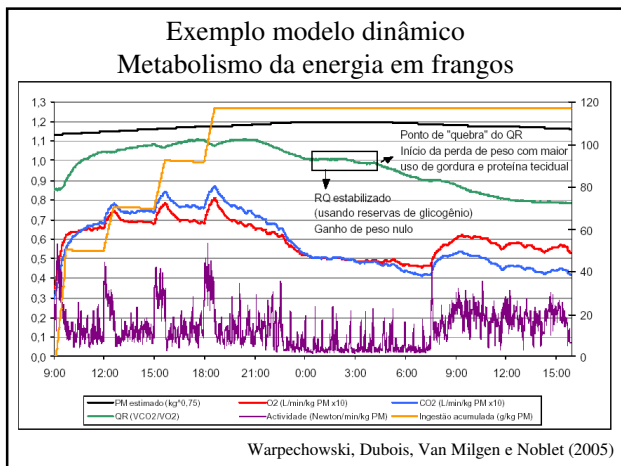
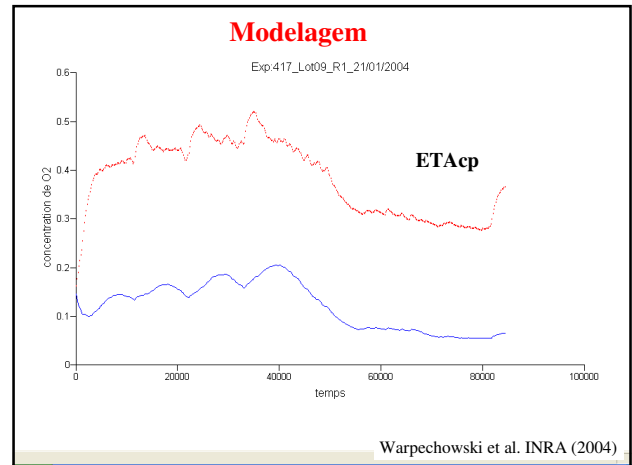
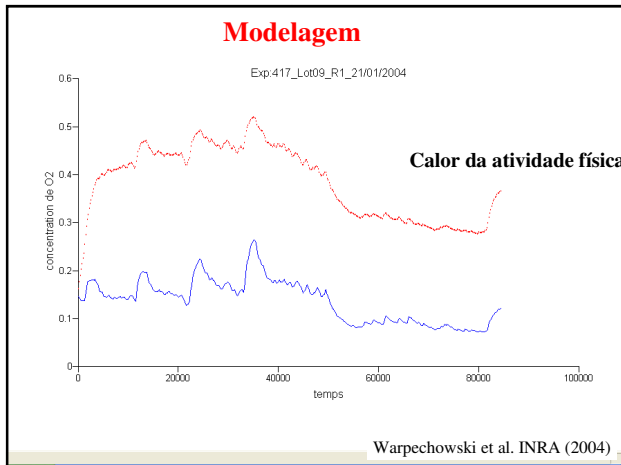




Ajuste do sistema dinâmico

- A partir dos dados gerados são desenvolvidos modelos matemáticos para explicar a utilização energética dos alimentos pelos animais
 - Crescimento exponencial pós ingestão
 - Efeito curto prazo do consumo: Q-quadrado
 - Redução logarítmica do gasto energético em jejum
 - Relação linear direta do gasto com atividade física
 - Metabolismo de repouso alimentado por diferença
- Modelos integrados matematicamente foram ajustados pelo método dos mínimos quadrados





Desenvolvimento de modelos

- Avaliação de modelos
 - Simulação sistematizada do efeito simples e combinado dos diversos fatores e verificação de coerência teórica das estimativas e da variação
 - Obtenção e sistematização de dados novos (experimentais e/ou de campo)
 - Determinação de desvios e erros de predição
 - Verificação e correção de relações anômalas
 - Aumento do banco de dados base e novo ajuste do(s) modelo(s) e estimativa de parâmetros

Desenvolvimento de modelos

- Validação de modelos
 - Alguns autores consideram como “validação” a avaliação da adequação e coerência de um modelo para determinadas situações práticas de campo
 - Para Tedeschi (2007) esse processo é apenas uma avaliação de utilidade e adequação do modelo, pois o modelo matemático é apenas uma representação limitada da realidade (somente o original é “válido”)

“All models are wrong (false), but some are useful”
Box (1979) citado por Tedeschi (2007)

Desenvolvimento de modelos

- Calibração de modelos
 - Modelos complexos criados para uma grande gama de situações práticas apresentam maior variação
 - A calibração consiste no ajuste do modelo para um banco de dados local, com correção dos parâmetros e limites de variação de forma a torná-lo mais específico para uma dada situação prática
 - A calibração deve ser feita para cada conjunto diferente de situações práticas (determinada região, empresa, e/ou classe/tipo/sistema de produção)