



**Universidade Federal de Pelotas**  
**Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária**  
**Departamento de Clínicas Veterinárias**



**Métodos para avaliação de consumo/ingestão de matéria seca por ruminantes alimentados com altas proporções de forragem.**

# Dinâmica do Painel



**Marilisa Mibach**  
Médica Veterinária  
Mestranda em Zootecnia



**Painelista 1:**  
**Nathália Pamplona**  
Graduanda em Agronomia



**Painelista 2:**  
**Nathaly Ana Carpinelli**  
Graduanda em Zootecnia

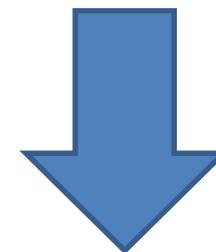
# Introdução



NUTRIÇÃO  
DE  
PRECISÃO?



Ajuste fino da dieta



Reduzir desperdícios



# Introdução



- ✓ Categoria;
- ✓ Espécie;
- ✓ Controlar as variações na composição dos alimentos;
- ✓ Saber a quantidade de nutrientes que está sendo fornecida;
- ✓ Saber quanto alimento o animal está ingerindo de fato.

**COMO CONTROLAR O CONSUMO INDIVIDUAL?**

# Introdução



EM SISTEMAS INTENSIVOS



Insentec - Holanda

# Introdução

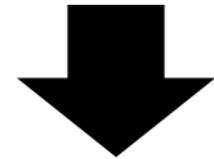
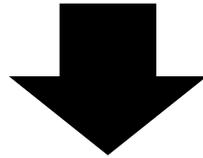


E NOS ANIMAIS QUE SÃO MANTIDOS A PASTO?



# Introdução

$$\text{CONSUMO} = \text{PRODUÇÃO FECAL (G/DIA)} / (1 - \text{DIGESTIBILIDADE})$$



# Marcadores fecais



$$\text{EXCREÇÃO FECAL (G/DIA)} = \text{INDICADOR FORNECIDO (G/DIA)} / \text{CONCENTRAÇÃO DO MARCADOR NAS FEZES (G/G DE MS)}$$

- ✓ Ser inerte e não tóxico;
- ✓ Não deve ser absorvido;
- ✓ Não deve afetar e nem ser afetado pelo trato digestório;
- ✓ Deve ser totalmente recuperado nas fezes;
- ✓ Ter método de análise específico e fácil

## **INTERNOS**

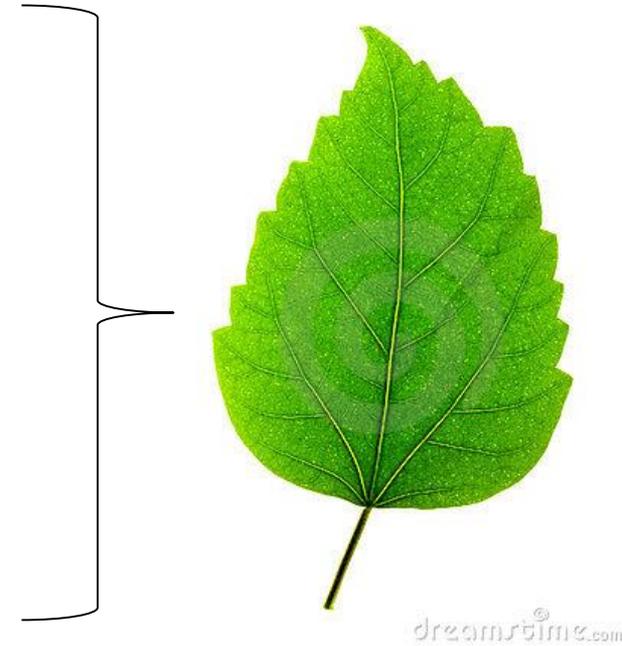
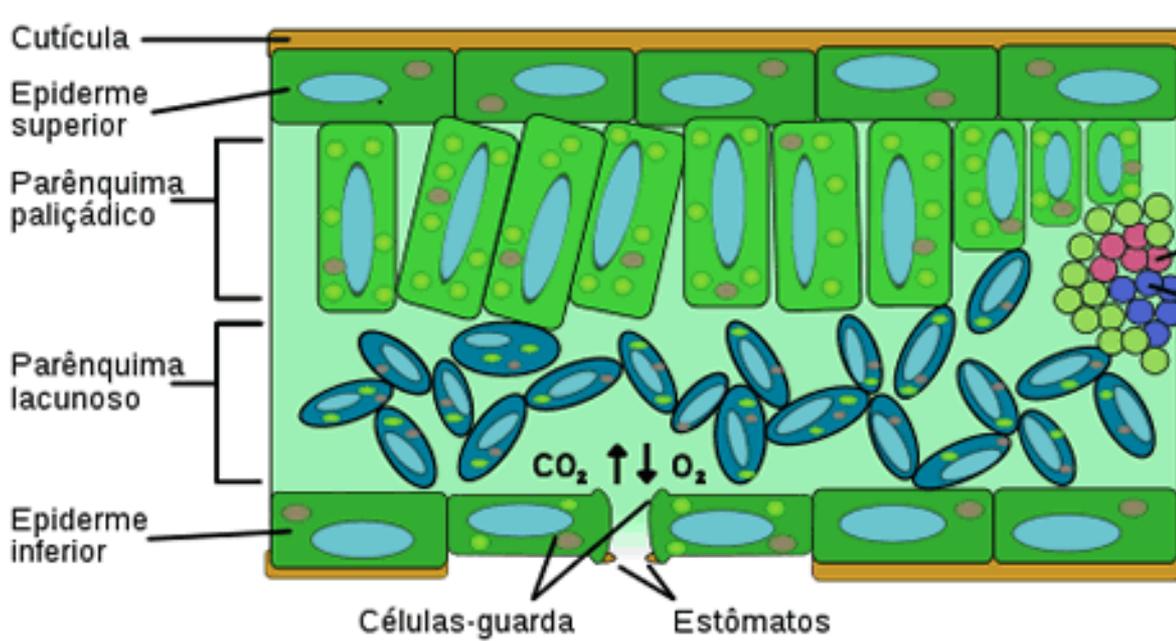
Sílica, lignina, FDN e FDA indigestíveis.

N-  
Alcanos

## **EXTERNOS**

Óxido de cromo, dióxido de titânio, LIPE<sup>®</sup>.

# N-Alcanos



# N-Alcanos

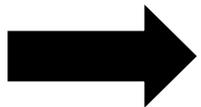


Alcanos de  
cadeia  
ímpar

**DIETA**

Alcanos de  
cadeira par

**FORNECIDOS**



Análise do perfil de alcanos das fezes por cromatografia gasosa

Estudo de validação Vulich et al. (1991) – correlação de 0,92 entre produção fecal observada e estimada pelo marcador

# N-Alcanos



✓ Alta acurácia  
✓ Permite conhecer a composição da dieta



✓ Alto custo!

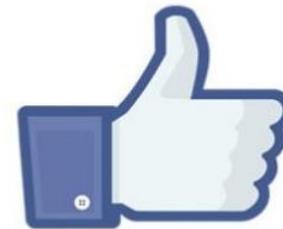
# Óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ )

Marcador externo em pó

- Via oral
- Via ruminal



- ✓ Baixo custo
- ✓ Simplicidade nos métodos analíticos



- ✓ Incompleta recuperação fecal
- ✓ Potencial carcinogênico



# Dióxido de Titânio ( $\text{TiO}_2$ )



Marcador externo  
✓ 2006

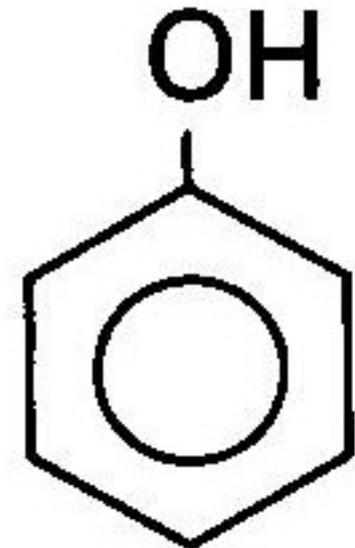


Ferreira et al. (2009)  
Valores de recuperação fecal semelhantes aos obtidos com coleta de fezes total em novilhas.

Titgemeyer et al. (2011)  
Boa correlação no grupo recebendo feno e concentrado; sem correlação no grupo recebendo silagem de milho.

## Lignina Isolada Purificada e Enriquecida

✓ Desenvolvida em 2003



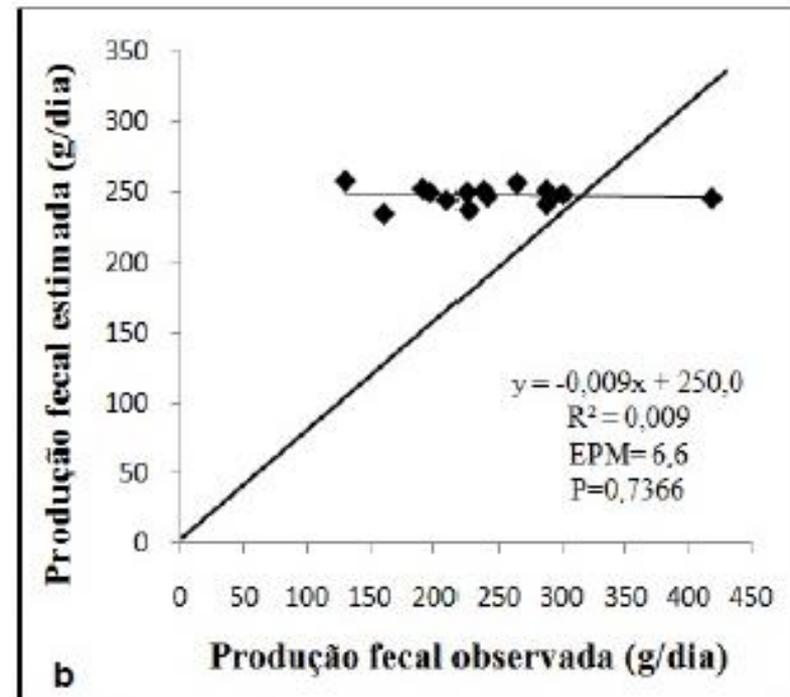
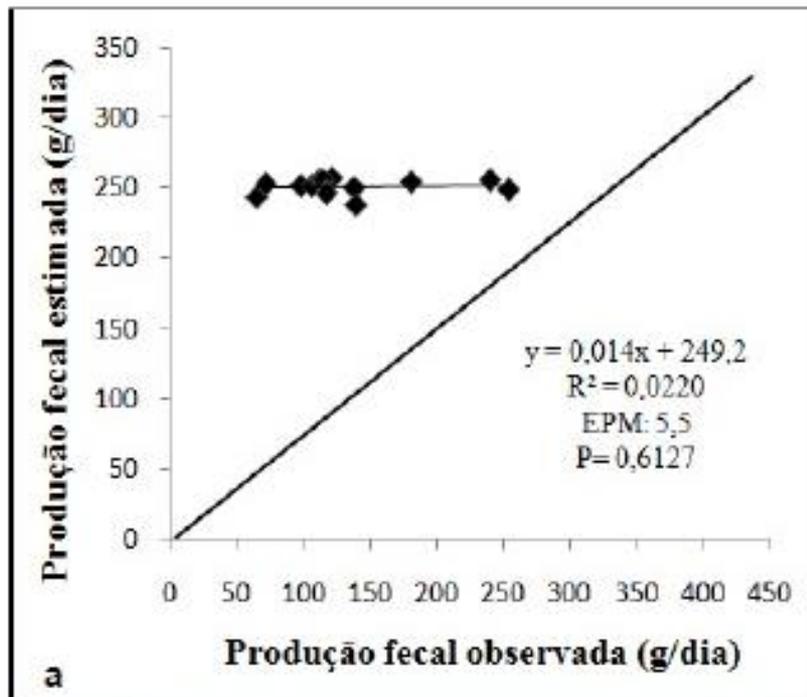


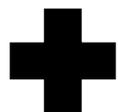
Figura 1- Relação entre a produção fecal observada e estimada por meio do marcador LIPE® de ovinos em gaiolas metabólicas alimentados com azevém anual em estágio pré- florescimento (a) e florescimento (b).

Amaral (2011) - Não há correlação entre produção fecal observada e estimada pelo LIPE®

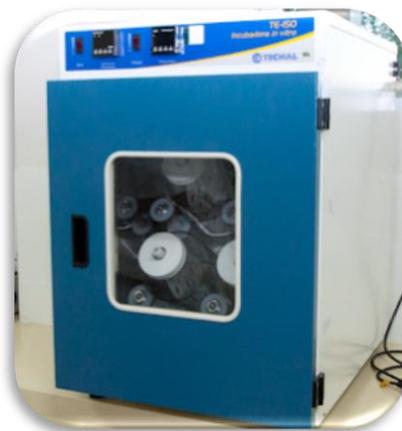
# INTRODUÇÃO



CONSUMO = PRODUÇÃO FECAL (G/DIA) / (1-DIGESTIBILIDADE)



Solução tampão



- ✓ Meio anaeróbico
- ✓ 39 graus
- ✓ Agitação constante
- ✓ 48 horas

# DIGESTIBILIDADE *IN VITRO*



- ✓ Não considera a parte da planta selecionada pelo animal;
- ✓ Desconsidera as diferenças entre os animais e seus metabolismos.

## DESAFIO

Buscar novas metodologias para avaliação de consumo em que não seja necessária a determinação prévia da digestibilidade da dieta

# N fecal



- ✓ Marcador interno alternativo

# Artigo 1



Journal of  
Animal Physiology and Animal Nutrition

DOI: 10.1111/jpn.12118

ORIGINAL ARTICLE

## **Faecal nitrogen excretion as an approach to estimate forage intake of wethers**

G. V. Kozloski<sup>1</sup>, L. Oliveira<sup>1</sup>, C. H. E. C. Poli<sup>2</sup>, E. B. Azevedo<sup>2</sup>, D. B. David<sup>2</sup>, H. M. N. Ribeiro Filho<sup>3</sup> and S. G. Collet<sup>3</sup>

1 Departamento de Zootecnia (Animal Science Department), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil

2 Departamento de Zootecnia (Animal Science Department), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, and

3 Departamento de Zootecnia (Animal Science Department), Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brazil

Excreção de nitrogênio fecal como um método para estimar ingestão de forragem em cordeiros

# Introdução



Lancaster (1949)

Primeiro a utilizar o N fecal para estimar digestibilidade



$N \text{ fezes} = N \text{ metabólico} + N \text{ insolúvel em detergente neutro}$

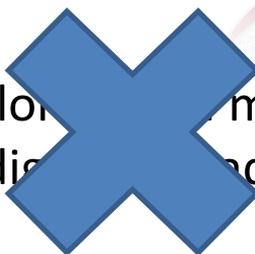
## **N metabólico**

Microorganismos,  
descamação do epitélio  
digestivo

## **NIDN**

Nitrogênio indigestível  
proveniente da dieta

# Objetivos



1. Verificar se o uso dos valores metabólicos ao invés dos valores de N total melhora as estimativas de digestibilidade;
2. Avaliar a relação entre o N excretado nas fezes e a ingestão de matéria orgânica;
3. Avaliar equações para estimar a ingestão de matéria orgânica (IMO) com base na excreção de N fecal.

# Materiais e métodos



704 observações

22 ensaios de digestibilidade

Conduzidos entre 2003 e 2011

UFSM, UFRGS e UDESC



Ovinos machos castrados mantidos em gaiolas metabólicas

# Materiais e métodos



- ✓ Período experimental – 15 a 21 dias
  - ✓ Adaptação – 10 a 14 dias
  - ✓ Coleta – 5 a 7 dias

Quantidade de alimento ingerida individualmente (g/dia) = Oferecido (g/dia) – Sobras (g/dia)

Coleta do alimento  
oferecido e das sobras  
para análise  
bromatológica completa

Coleta total de fezes  
para avaliar N fecal  
(Kjeldahl - Método  
984.13. AOAC, 1997)

# Materiais e métodos



Os dados foram agrupados de acordo com as dietas recebidas:

- ✓ Somente gramínea tropical;
- ✓ Somente gramínea temperada;
- ✓ Gramínea tropical + suplemento;
- ✓ Gramínea temperada + suplemento;
- ✓ Gramínea tropical + leguminosa tropical
- ✓ Gramínea temperada + infusão ruminal de taninos

# Materiais e métodos



**Table 1** Descriptive variables of digestibility experiments, grouped by diet type, carried out with wethers in Southern Brazil (values are ranges of variables)

Diet group*	n	Descriptive variables				
		Body weight (kg)	OM intake (g/day)	OM digestibility	Faecal N (g/day)	Metabolic N† (g/g of total faecal N)
Tropical grass	194	20–43	233–1243	0.47–0.83	1.2–12.5	0.60–0.92 (100)
Temperate grass	156	18–69	180–1242	0.56–0.89	0.7–8.6	0.67–0.86 (32)
Tropical grass plus supplements	212	15–50	293–1088	0.50–0.89	1.4–10.7	0.60–0.87
Temperate grass plus supplements	44	22–30	455–1061	0.63–0.84	3.1–9.4	0.77–0.92
Tropical grass plus tropical legume	60	31–47	505–1379	0.43–0.71	3.4–20.8	0.61–0.87
Temperate grass plus tannins	16	28–33	220–821	0.53–0.81	3.3–6.2	0.40–0.81

# Cálculos e análises estatísticas



Dados dos 22  
ensaios

Equações  
preditivas de  
IMO

$$\text{IMO} = \text{MO fecal (g/dia)} / (1\text{-DMO})$$

$$\text{IMO} = a + bNf$$

Aplicar as  
equações

Análise dos dados  
SAS

# Resultados



## Análise dos dados como um todo

Diet groups*	Pearson correlation		
	OMI/Nf	OMD/Nfc	OMD/Nmetfc
Tropical grass	0.89 (<0.001)	0.79 (<0.001)	0.55 (<0.001)
Temperate grass	0.89 (<0.001)	0.76 (<0.001)	0.44 (0.011)
Tropical grass plus supplements	0.73 (<0.001)	0.58 (<0.001)	0.41 (<0.001)
Temperate grass plus supplements	0.70 (<0.001)	0.61 (<0.001)	0.59 (<0.001)
Tropical grass plus tropical legume	0.80 (<0.001)	-0.48 (<0.001)	-0.50 (<0.001)
Temperate grass plus tannins	0.55 (0.028)	0.43 (0.100)	0.80 (<0.001)

\*Description of the diet groups shown in Table 1.

# Resultados



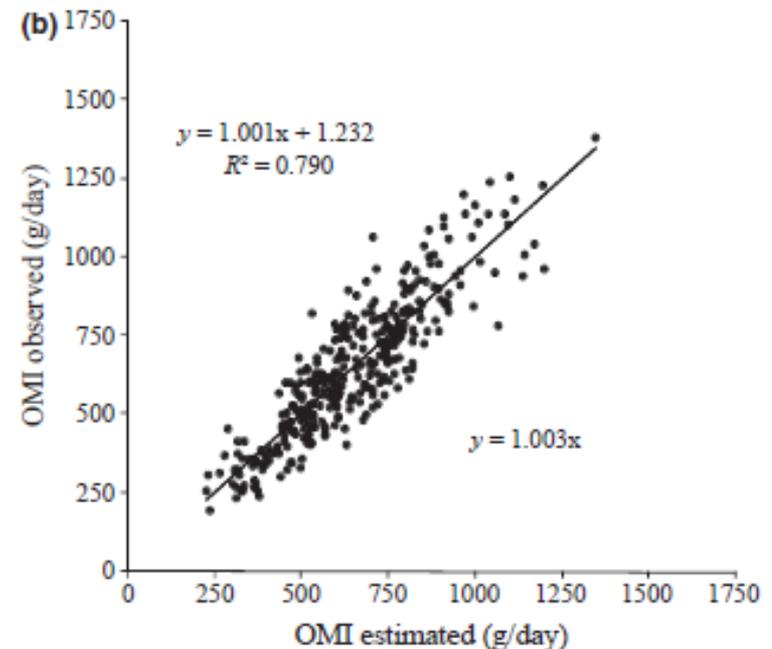
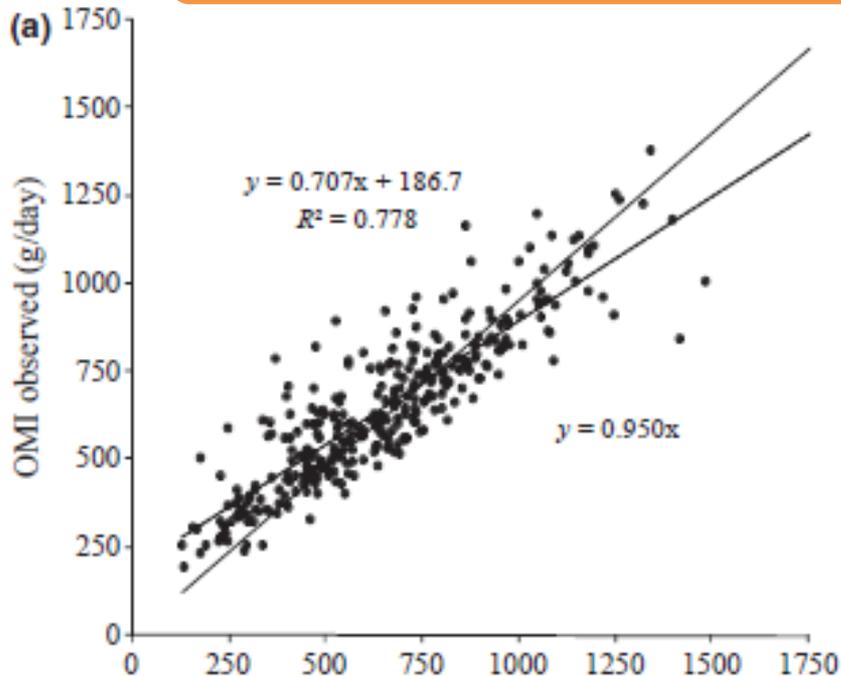
Análise do primeiro grupo de dados – equação geral

$$\text{IMO} = 356 + 55.4Nf$$

Análise do segundo grupo de dados – aplicabilidade da equação

$$\text{IMO} = \text{MO fecal} / (1 - \text{DMO})$$

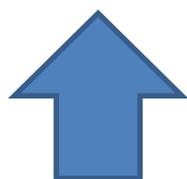
$$\text{IMO} = a + bNf$$



Correlação entre N excretado e IMO foi forte e significativa



IMO



NIDN E N metabólico

A relação entre Nf e IMO foi afetada pelo tipo de dieta



- ✓ Diferentes regiões geográficas e diferentes estágios de crescimento;
- ✓ Ainda assim a IMO foi estimada com precisão.

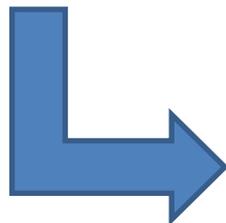


Equação padrão para um certo tipo de forragem

# Discussão



Diets com diferentes composições de concentrado apresentaram alto  $R^2$  nas equações de regressão entre Nf e IMO



A técnica do Nf é confiável para estimar a IMO em ovinos recebendo forragem + concentrado.

IMO foi estimada com precisão similar quando considerada a digestibilidade ou quando considerada apenas a excreção de nitrogênio fecal



**Maior vantagem da técnica!**

# Conclusão



- ✓ O método do N fecal é **confiável** para estimar IMO mesmo em dietas compostas por forragem + suplementos;
- ✓ É uma técnica de **baixo custo**: mede algo que já existe nas fezes;
- ✓ Seu método analítico é relativamente **simples**;
- ✓ Leva em consideração as **variações individuais** na seleção da dieta e nos processos de digestão do animal.





Tempo de ruminaco  
X  
Sade e reproduo

# Artigo 2



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Applied Animal Behaviour Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/applanim](http://www.elsevier.com/locate/applanim)



Intake estimation in dairy cows fed roughage-based diets: An approach based on chewing behaviour measurements

Florian Leiber<sup>a,\*</sup>, Mirjam Holinger<sup>a</sup>, Nils Zehner<sup>b</sup>, Katharina Dorn<sup>a</sup>, Johanna K. Probst<sup>a</sup>, Anet Spengler Neff<sup>a</sup>

<sup>a</sup> FiBL, Research Institute of Organic Agriculture, Department of Livestock Sciences, Ackerstrasse 113, 5070 Frick, Switzerland

<sup>b</sup> Agroscope, Institute for Sustainability Sciences ISS, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen, Switzerland

**Estimação da ingestão em vacas leiteiras alimentadas com dietas a base de forragem: Um método baseado em medidas de comportamento de mastigação.**

# Objetivo

---



O **objetivo** deste trabalho foi **estabelecer regressões** entre **ingestão individual** e o **comportamento de ruminação** sob condições controladas, porém práticas, num sistema de produção de bovinos de leite confinados em *tie stall* durante o **inverno** recebendo alimentação com **altas proporções de forragem**.

# Materiais e Métodos



- **24 vacas** da Raça **Simental**
- Média peso: 660 Kg
- Sistema *tie stall*
- Divididos em **2 grupos**: produção/proteína do leite e DEL



## Grupo Conc+

TMR + 2,4 Kg de [ ] protéico

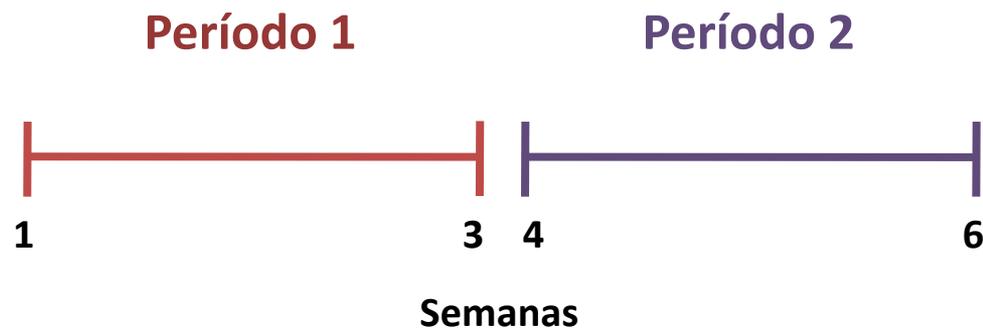


## Grupo Conc-

TMR

[ ] **protéico**: soja + trigo + cevada + milho + girassol

# Materiais e Métodos



**TMR dos animais nos diferentes períodos...**

Componentes	% MS
Silagem de milho	0,3
Silagem de forragem	0,32
Feno	0,21
Alfafa	0,09
Batata	0,05
Soja	0,04

Componentes	% MS
Silagem de milho	0,35
Silagem de forragem	0,38
Feno	0,06
Alfafa	0,11
Batata	0,06
Soja	0,04

# Materiais e Métodos



## Período 2

### TODOS OS ANIMAIS

**1ª** alimentação da manhã (6h às 8h ),  
receberam **feno *ad libitum*** no lugar da TMR.

### TODOS OS ANIMAIS

Nas alimentações posteriores recebiam  
**somente a TMR**



Componentes	% MS
Silagem de milho	0,35
Silagem de forragem	0,38
Feno	0,06
Alfafa	0,11
Batata	0,06
Soja	0,04

## Ingestão, registro e análise das amostras

Durante os dias 1 e 4 das semanas de coleta:

**Quantidades ingeridas individualmente** = peso fornecido – peso sobras

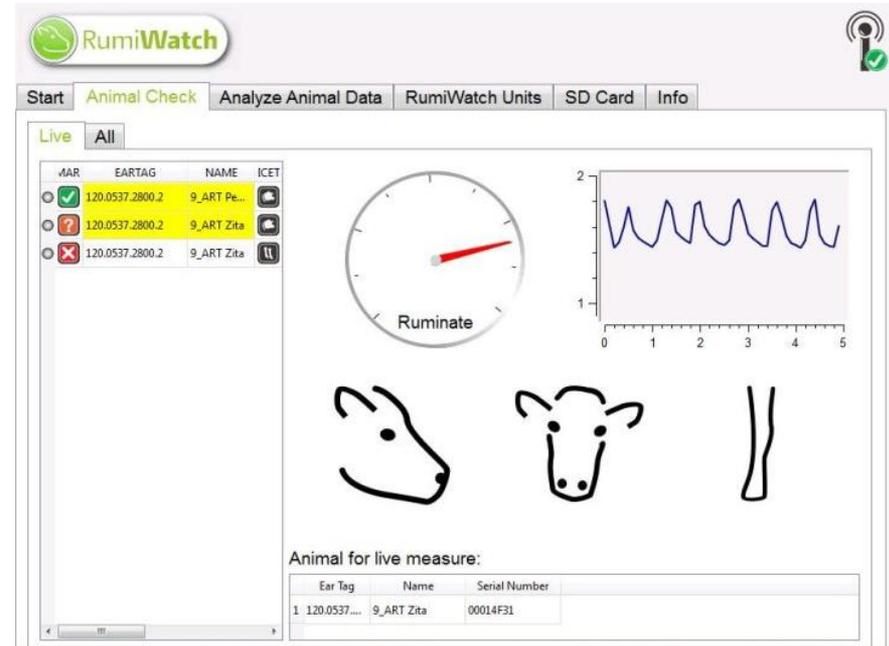
- Para cada grupo de animais havia uma pessoa presente durante as alimentações: avaliar o comportamento (roubar comida ou jogar comida fora do comedouro).
- Amostras de alimento foram coletadas 2x por semana.

# Materiais e Métodos



**Movimento da mandíbula**

# Materiais e Métodos



Ingestão  
Ruminação  
Ócio



Identificação da curva (gráfico)  
Pausas para engolir os bolos de ruminação

# Materiais e Métodos



Durante os dias 1 e 4 das semanas de coleta: (96h)

- **Alimentação:** minutos/ dia
- **Ruminação:** minutos/dia
- **Ruminação por bolo:** número de bolos/dia
- **Frequência e intensidade de mastigação durante a ruminação:**  
mastigações/ minuto/bolo
- **Outras atividades (alimentação/ócio):** número de vezes/hora

**As primeiras 24 horas de cada parâmetro foram desconsideradas: adaptação!!!**

# Processamento de Dados



- Das 24 vacas da Raça Simental: **23 foram utilizadas**
- Dados foram excluídos: problemas nas coleiras
- Um **modelo linear de efeitos mistos** foi usado para desenvolver as **equações** de regressão entre a **IMS** e o **comportamento ingestivo**.

[duração ruminção(24h)] +

[tempo de ingestão(24h)] +

Ingestão de MS (Kg MS/dia) = [movimentos mastigatórios do bolo ruminal (minuto)] +

[peso corporal] +

[fatores aleatórios (grupo/vaca)]

# Resultado e Discussão



Tabela 1 – Dados descritivos

	<b>Média</b>
Consumo (Kg/MS/dia)	19,7
Parâmetros do comportamento de mastigação	
Alimentação (minutos/dia)	551
Ruminação (minutos/dia)	389
Ruminação por bolo (número de bolos/dia)	579
Frequência de mastigação durante a ruminação (mast./min)	57,4
Outras atividades	6,89

# Resultado e Discussão

Tabela 1 – Dados descritivos

	Média
Consumo (Kg/MS/dia)	19,7

Esperado com animais com alta proporção de forragem na dieta...



# Resultado e Discussão



Tabela 1 – Dados descritivos

	Média
Consumo (Kg/MS/dia)	19,7
Parâmetros do comportamento de mastigação	
Alimentação (minutos/dia)	551
Ruminação (minutos/dia)	389
Ruminação por bolo (número de bolos/dia)	579
Frequência de mastigação durante a ruminação (mast./min)	57,4
Outras atividades	6,89



**Tipo de coleira utilizada**  
**Fator animal**  
**Dieta fornecida**

# Resultado e Discussão



- Testes algoritmos foram realizados e algumas variáveis utilizadas na equação de predição de IMS foram excluídas...

[duração ruminação(24h)] +

[tempo de ingestão(24h)] +

Ingestão de MS (Kg MS/dia) = [movimentos mastigatórios do bolo ruminal (minuto)] +

[peso corporal] +

[fatores aleatórios (grupo/vaca)]



Ingestão de MS (Kg MS/dia) = [movimentos mastigatórios do bolo ruminal (minuto)] +

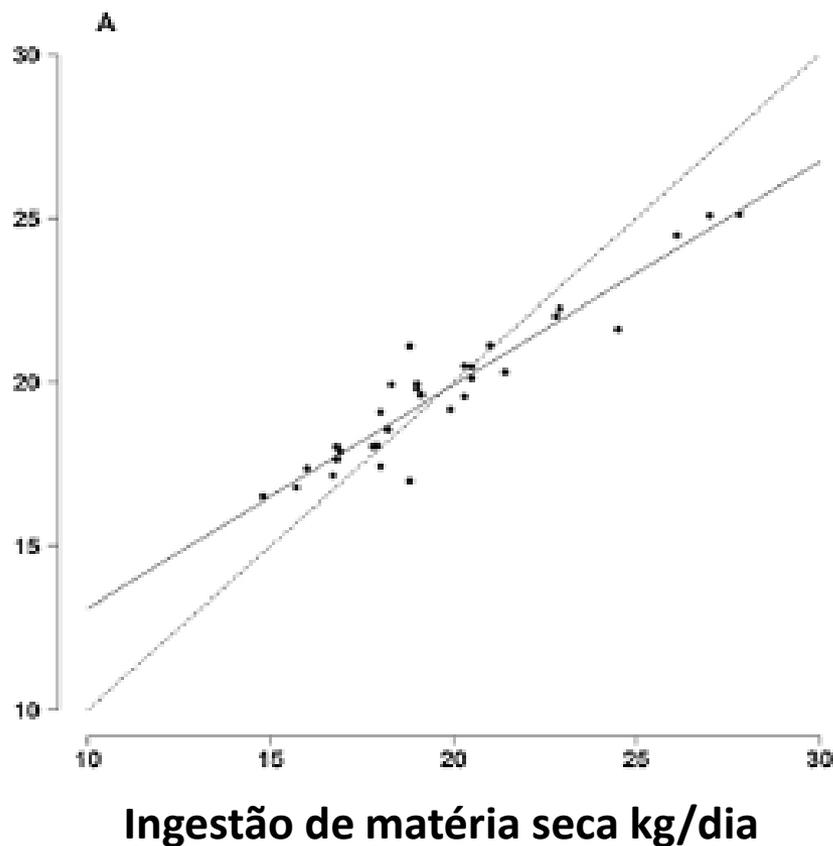
[fatores aleatórios (vaca)]

# Resultado e Discussão



Ingestão de MS (Kg MS/dia) = [movimentos mastigatórios do bolo ruminal (minuto)] +  
[fatores aleatórios (vaca)]

Ingestão de matéria seca kg/dia  
(movimentos mastigatórios do bolo ruminal + vaca)

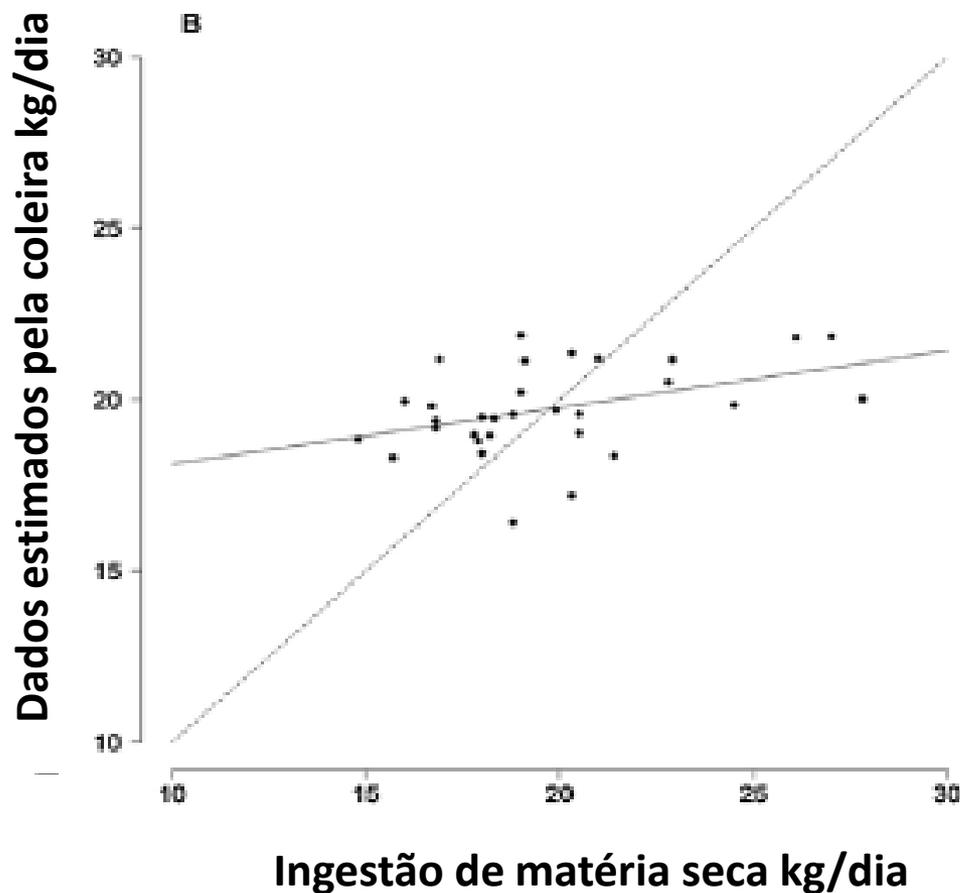


$R^2: 0,7$

# Resultado e Discussão



Ingestão de MS (Kg MS/dia) = [movimentos mastigatórios do bolo ruminal (minuto)]



**Não houve correlação!!**

# Resultado e Discussão



- Esperavam encontrar uma relação entre os sensores de mastigação e a ingestão MS
- Estudos relatam uma alta correlação entre ingestão e dados de mastigação

## A falta de relação...

- **ROUBO DE ALIMENTO DAS VACAS:** provável com dietas diferentes
- **SENSORES UTILIZADOS:** ajuste inadequado

# Resultado e Discussão



Diferenças nos teores de ingestão de MS estão relacionados com:



**Taxa de bocado**

Erlinger et al., 1990, Forwood et al., 1991



**Massa corporal**

Shipley et al., 1994

Entretanto, no presente estudo, o peso corporal foi testado e não provou ser uma variável explicativa significativa em nosso modelo.

# Conclusão



- Foi encontrada **relação** entre **ingestão de matéria seca** e **comportamento de mastigação** em um nível de **vaca individual**.

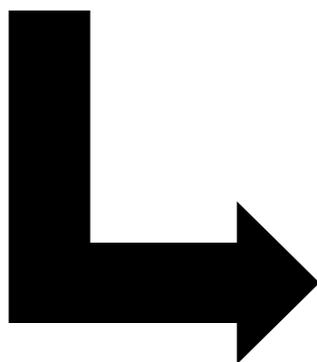
**NÃO FOI APLICÁVEL PARA TODO REBANHO!**

- **Não** foi possível obter uma equação para todos os animais.
- **Movimentos mastigatórios do bolo ruminal: principal parâmetro** a ser levado em consideração.

# Por que esse tema?



EQUAÇÃO DE  
CONSUMO?!



# Trabalho em equipe



Ideias?  
Sugestões?  
Metodologias?  
Usar só a coleira ou associar um  
marcador?

A photograph of a cow standing in a field at sunset. The sun is low on the horizon, creating a bright glow and lens flare. The cow is silhouetted against the bright light. The sky is filled with soft, wispy clouds.

OBRIGADA PELA ATENÇÃO!

[marilisamibach@gmail.com](mailto:marilisamibach@gmail.com)

[pamplona\\_n@hotmail.com](mailto:pamplona_n@hotmail.com)

[nathaly\\_carpinelli@hotmail.com](mailto:nathaly_carpinelli@hotmail.com)