

# Conversão do músculo em carne

Saulo da Luz e Silva

Departamento de Zootecnia

[sauloluz@usp.br](mailto:sauloluz@usp.br)

- Músculo não é carne... pelo menos por enquanto

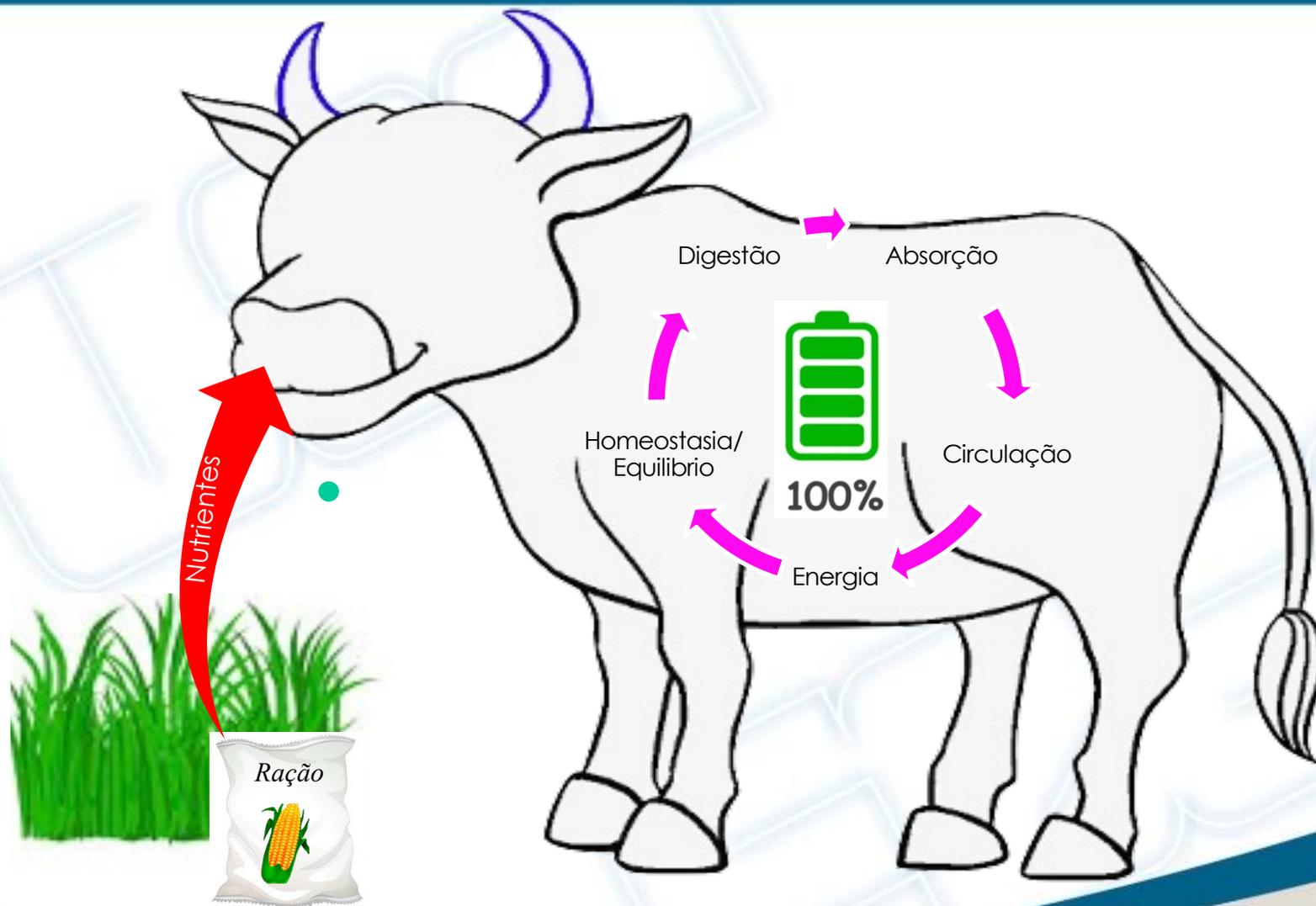


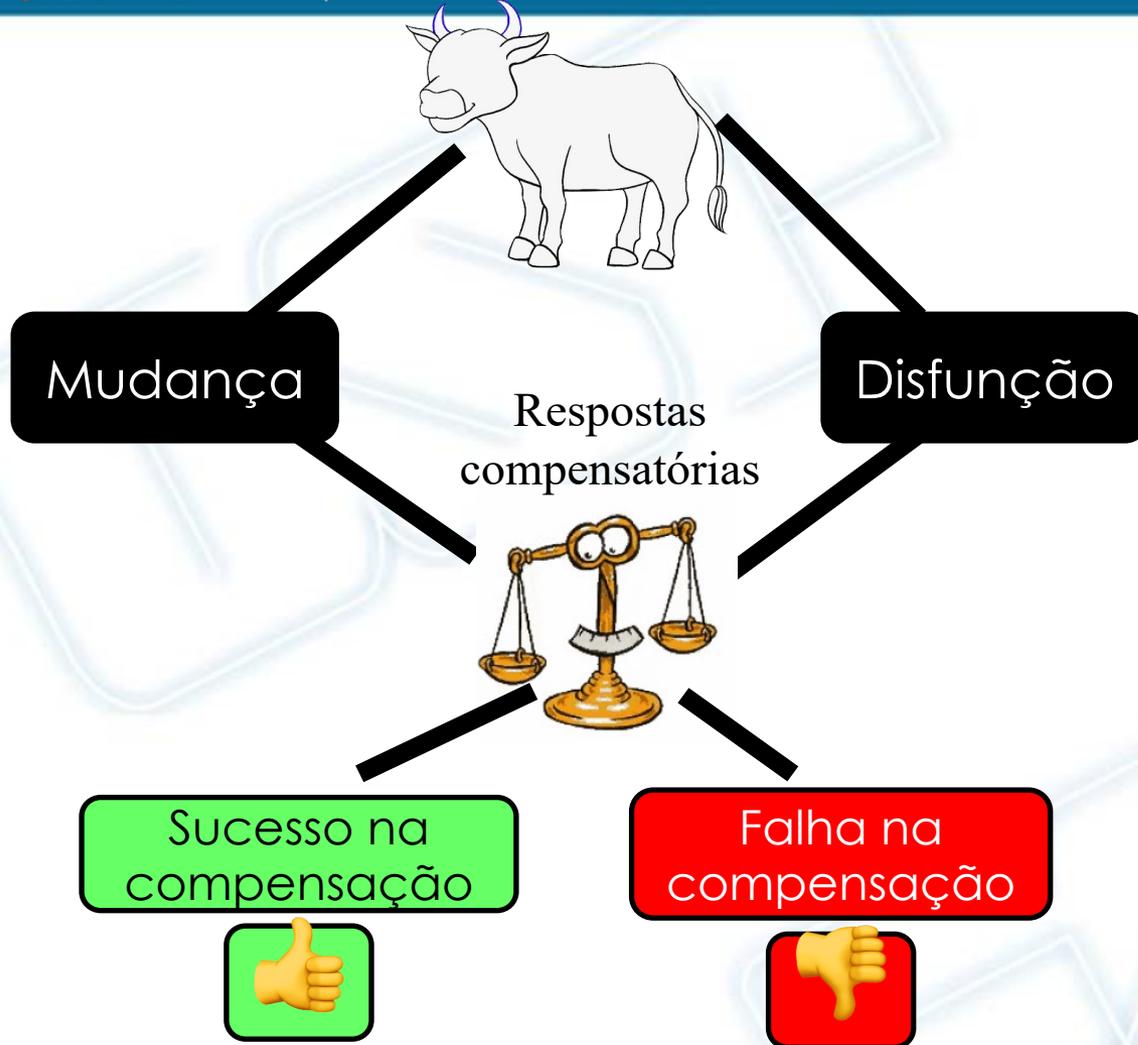
Músculo = animal vivo



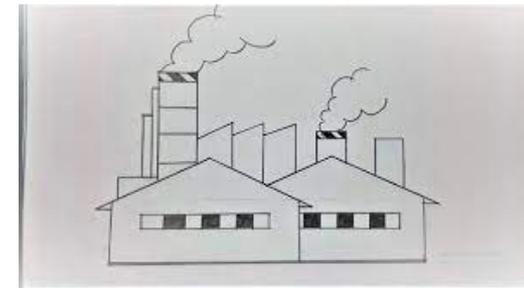
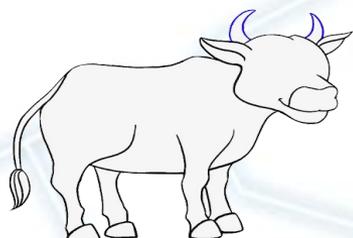
Carne = depois do abate

# Condição normal (Fazenda)





A maioria dos órgãos, incluindo os músculos, operam eficientemente numa faixa muito estreita de condições fisiológicas como: pH, temperatura, concentração de O<sub>2</sub> e produção de energia.



## Alterações da condição normal

- Estresse
- Gasto energético
- Falta de alimento
- Redução das reservas de energia (glicogênio)

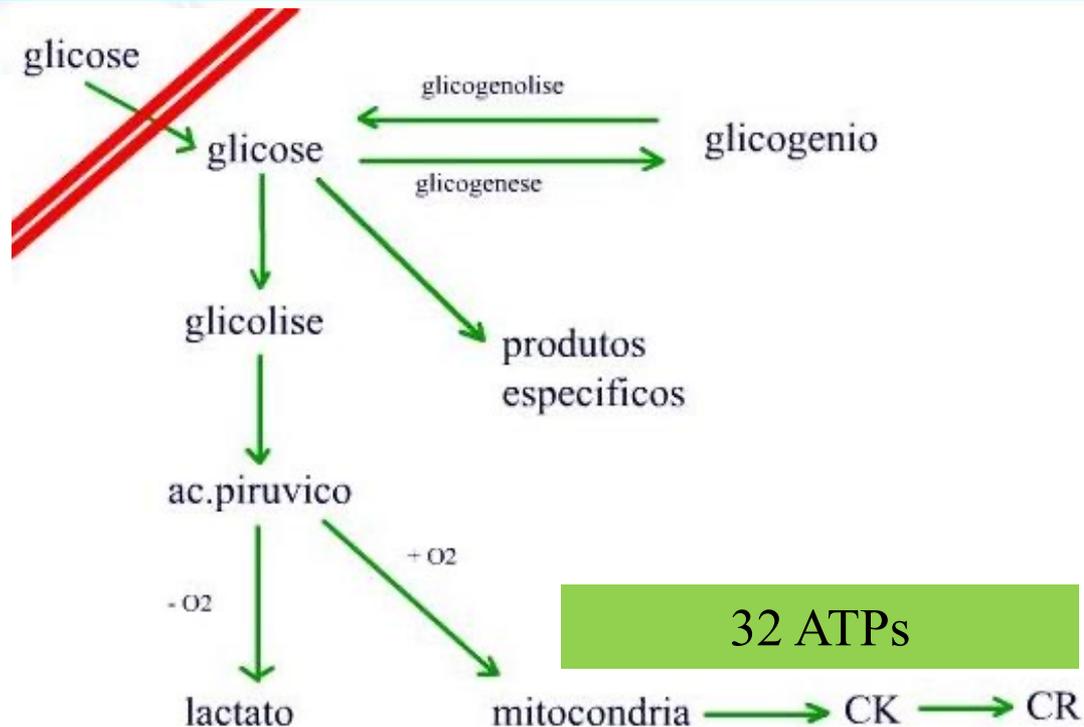
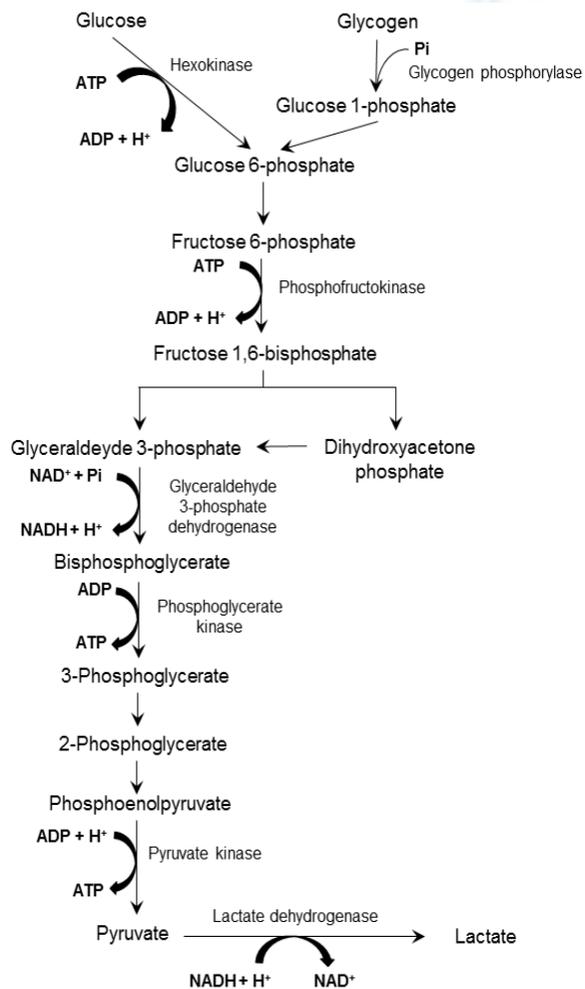


- Sangria
  - Perda de 50% do sangue
  - Cessa suprimento de  $O_2$
  - Afeta produção de energia
  
- Início de processos para manutenção do *status* metabólico normal (homeostase) necessário para a manutenção da vida;



# Via glicolítica

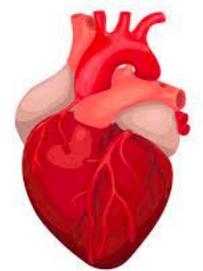
## Glicólise



2 ATP  
2 NADH (6 ATPs)  
Lactato (H<sup>+</sup>)

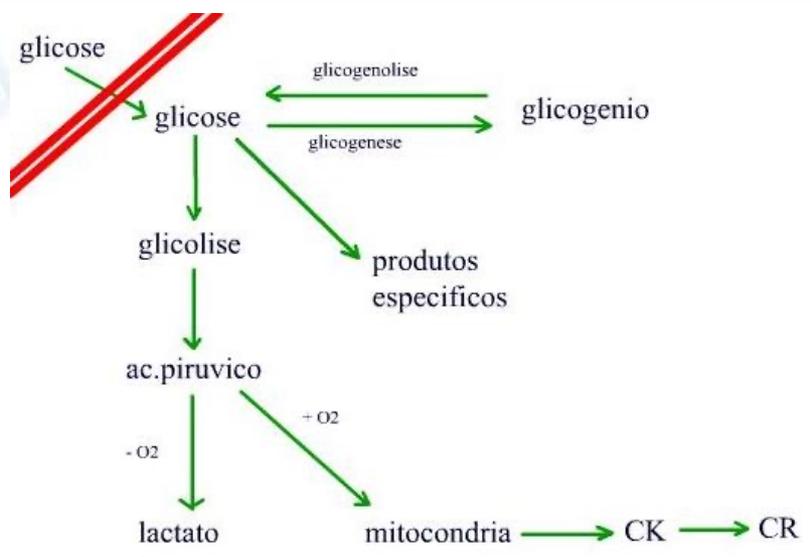
# Via glicolítica

**Ressíntese**  
Glicose  
Glicogênio

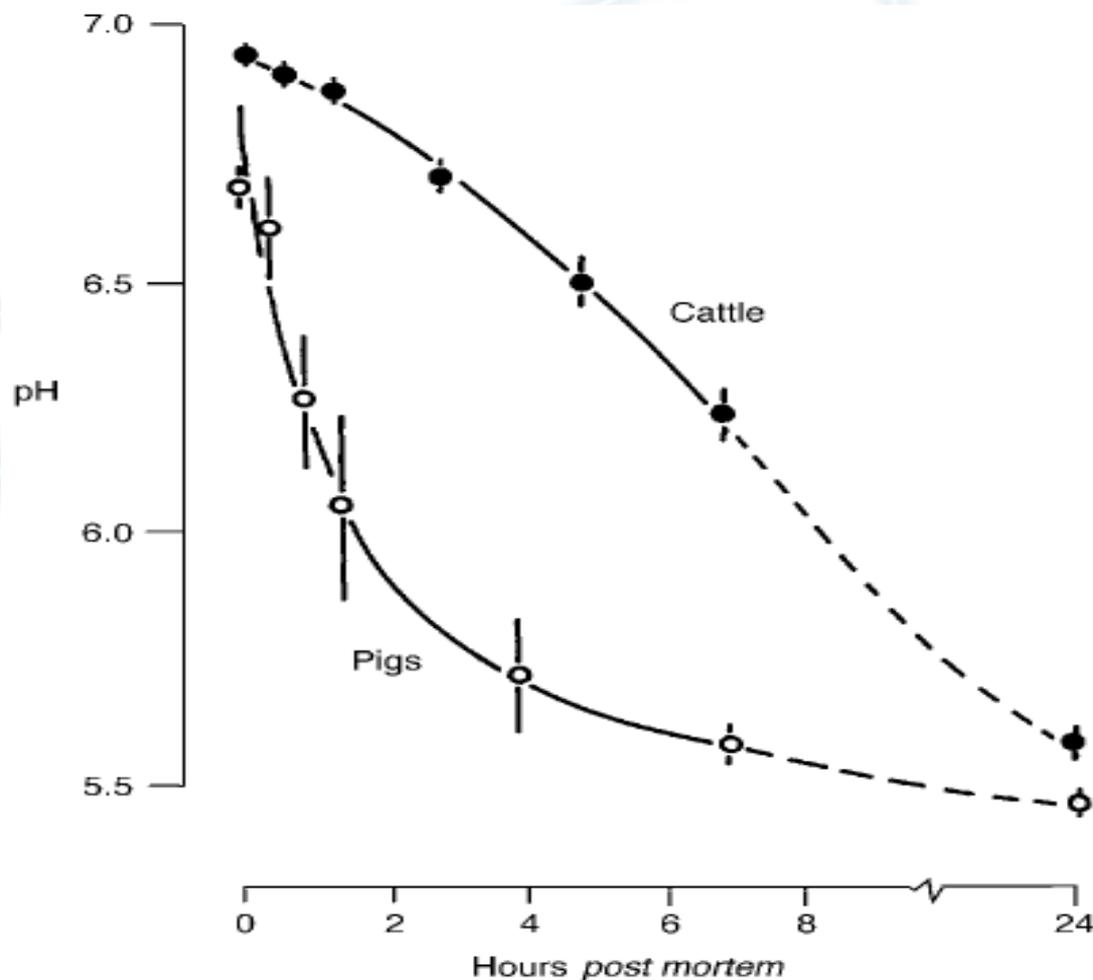


Metabolizado  
Água  
CO<sub>2</sub>

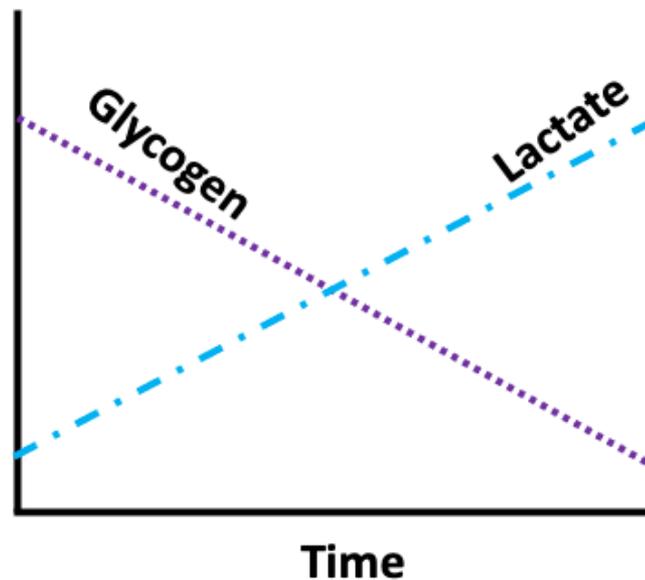
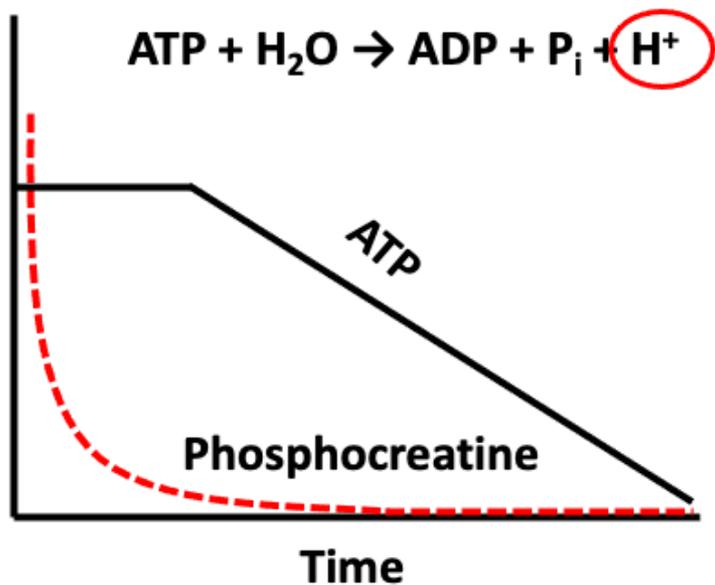
Sistema  
circulatório



- A taxa de declínio e a extensão da queda são variáveis, sendo vários os fatores que interferem com este processo.
  - Temperatura
  - Reserva de glicogênio
  - Músculo (tamanho, localização, tipo)
  - Espécie

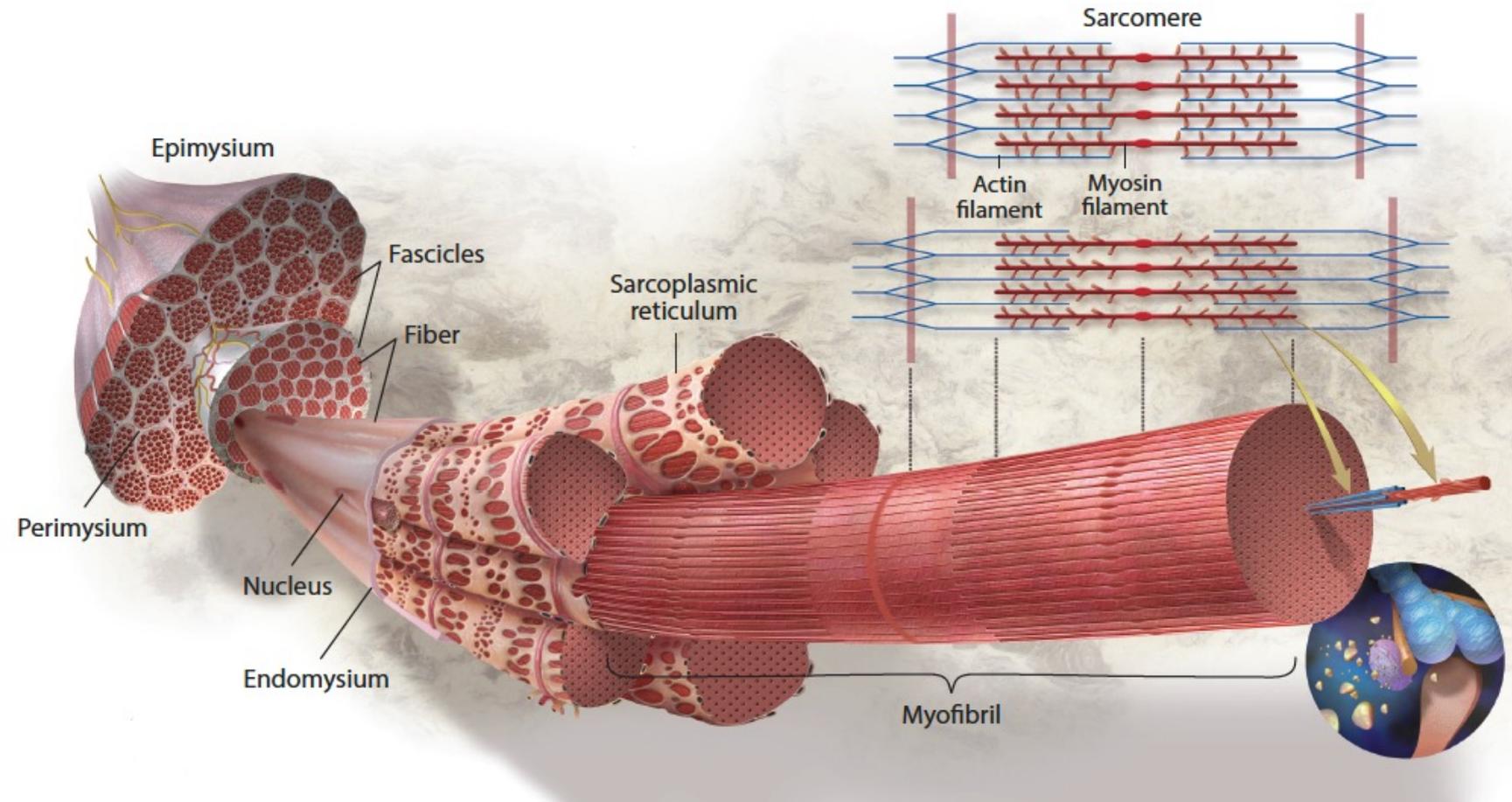


- Esse processo **acontece até a depleção do glicogênio** muscular **ou o pH** muscular se torna tão **baixo** que as **enzimas** glicolíticas se tornam **inativas** (Rigor mortis).



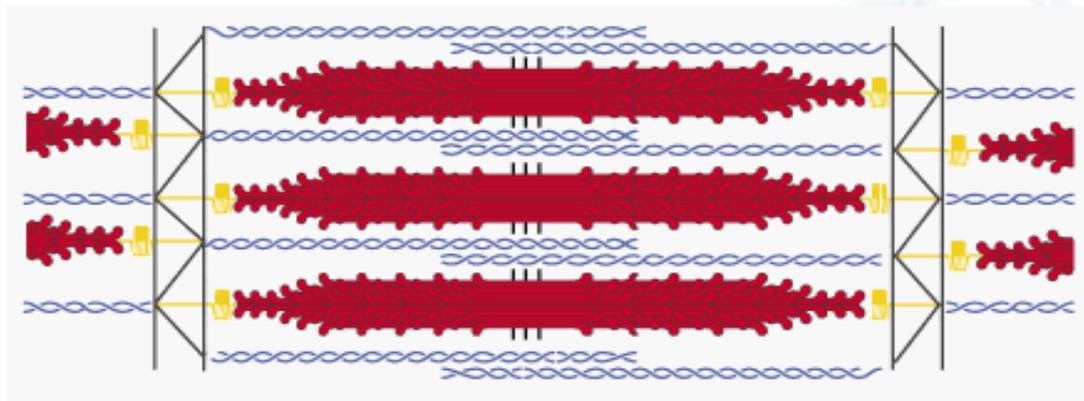
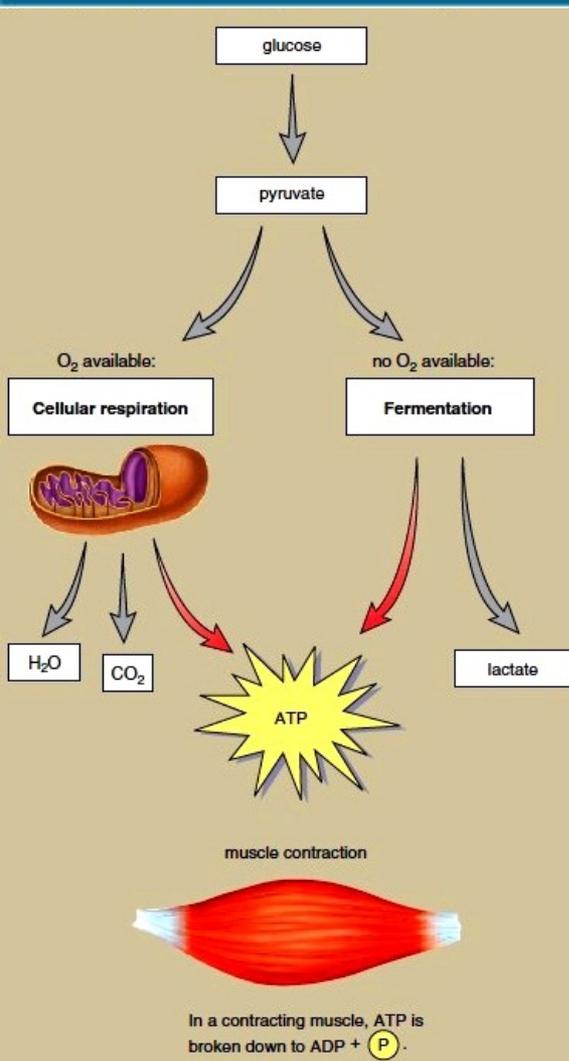
Adapted from Schaefer et al. (2002)

# Estrutura muscular



# Estabelecimento do *Rigor mortis*

- Com a depleção de creatina fosfato e glicogênio usados na formação de ATP, as pontes de actomiosina começam a se formar e o músculo começa a perder a extensibilidade (**rigor mortis**);

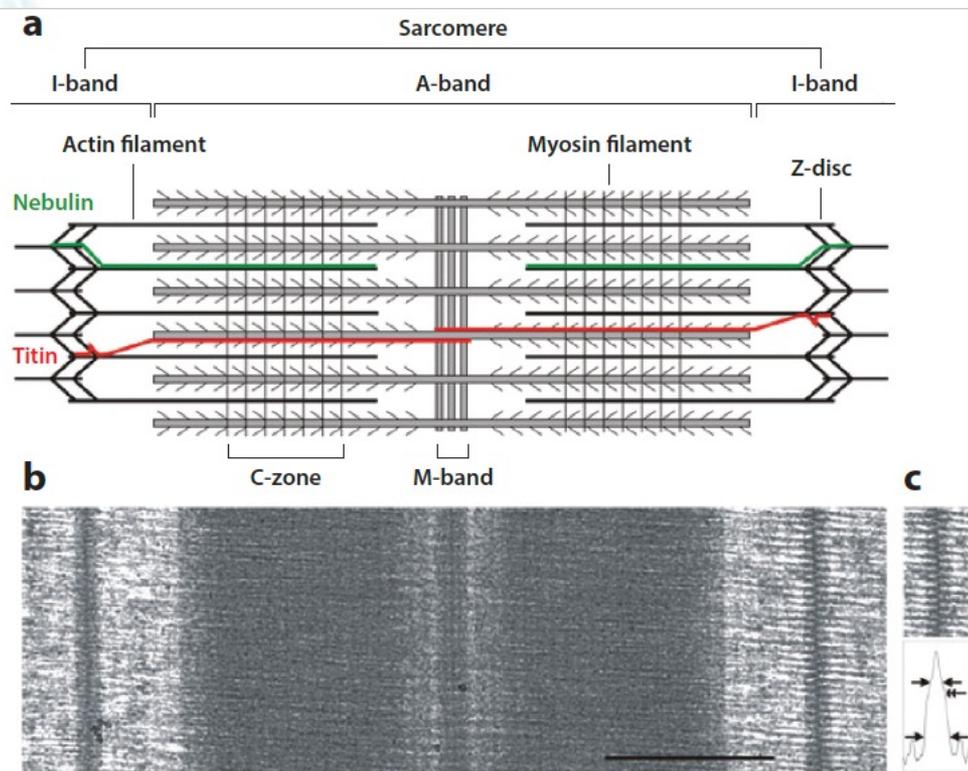


Fonte: [http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/The\\_Role\\_of\\_Actin\\_and\\_Myosin.html](http://encyclopedia.lubopitko-bg.com/The_Role_of_Actin_and_Myosin.html)

- Queda de pH – quebra da integridade das células;
- Liberação do Ca contido no retículo sarcoplasmático;
- Ativação das proteases Ca dependentes (Calpaínas e calpastatina)
  - m-calpaína – (1 a 2 mM)
  - $\mu$ -calpaína (50 a 100  $\mu$ M)
  - Degradação da linha Z, tropomiosina e titina)
  - Inibidas pela Calpastatina)
- Enfraquecimento das ligações actino-miosina (**resolução do rigor mortis**)

# Degradação do Disco Z

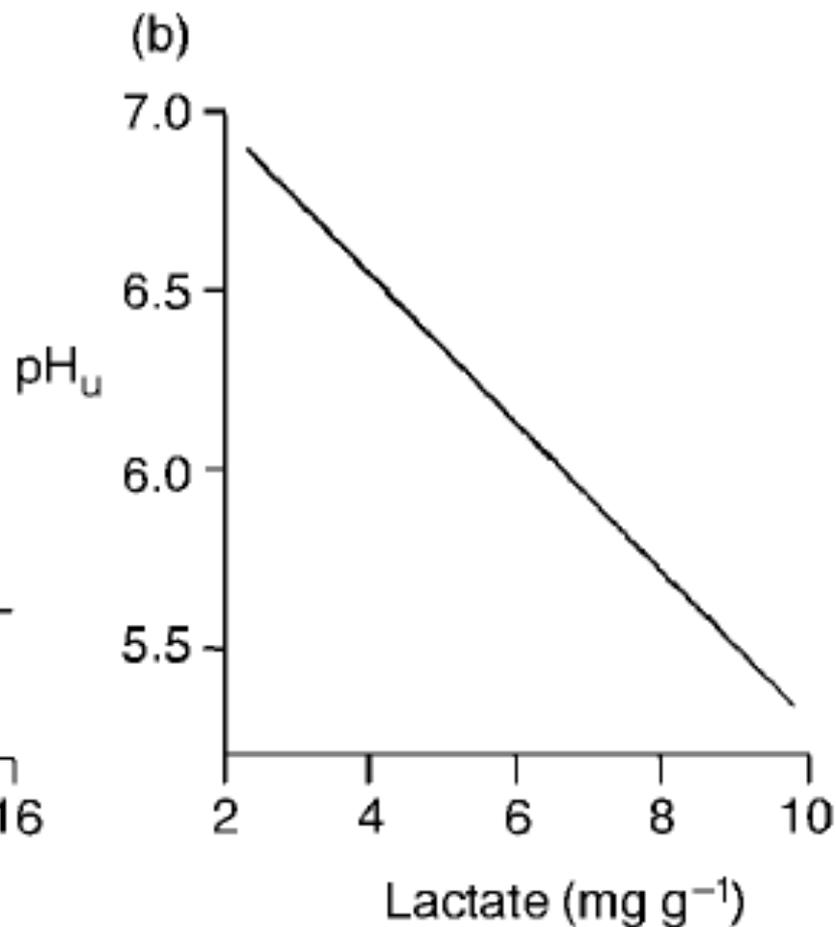
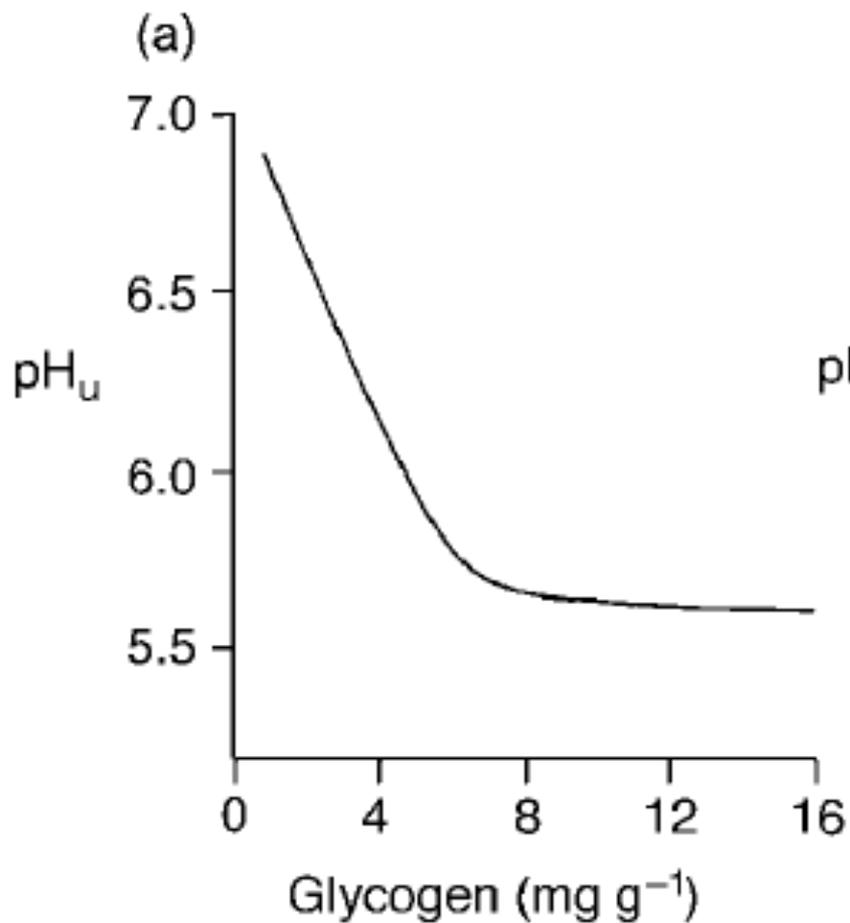
- É a **primeira alteração** pós morte observada na integridade da fibra muscular
  - Resultado da **degradação** proteolítica das proteínas associadas com o disco, notadamente a **desmina** e possivelmente a **titina**.
- Várias** outras **proteínas** da miofibrila são **degradadas** durante o período pós morte, com **exceção** da **actina** e da **miosina**.



- O **abaixamento** do **pH** muscular na fase pós morte é um dos **fatores** mais **importantes** no processo de **transformação do músculo em carne.**
  - Dificulta o crescimento microbiano
  - Aumenta a vida útil
  - Ativação da proteólise muscular através das enzimas Ca dependentes (Calpaína e Calpastatina)
    - **Maturação;**
  - Influencia na maciez, cor, capacidade de retenção de água, textura, etc;

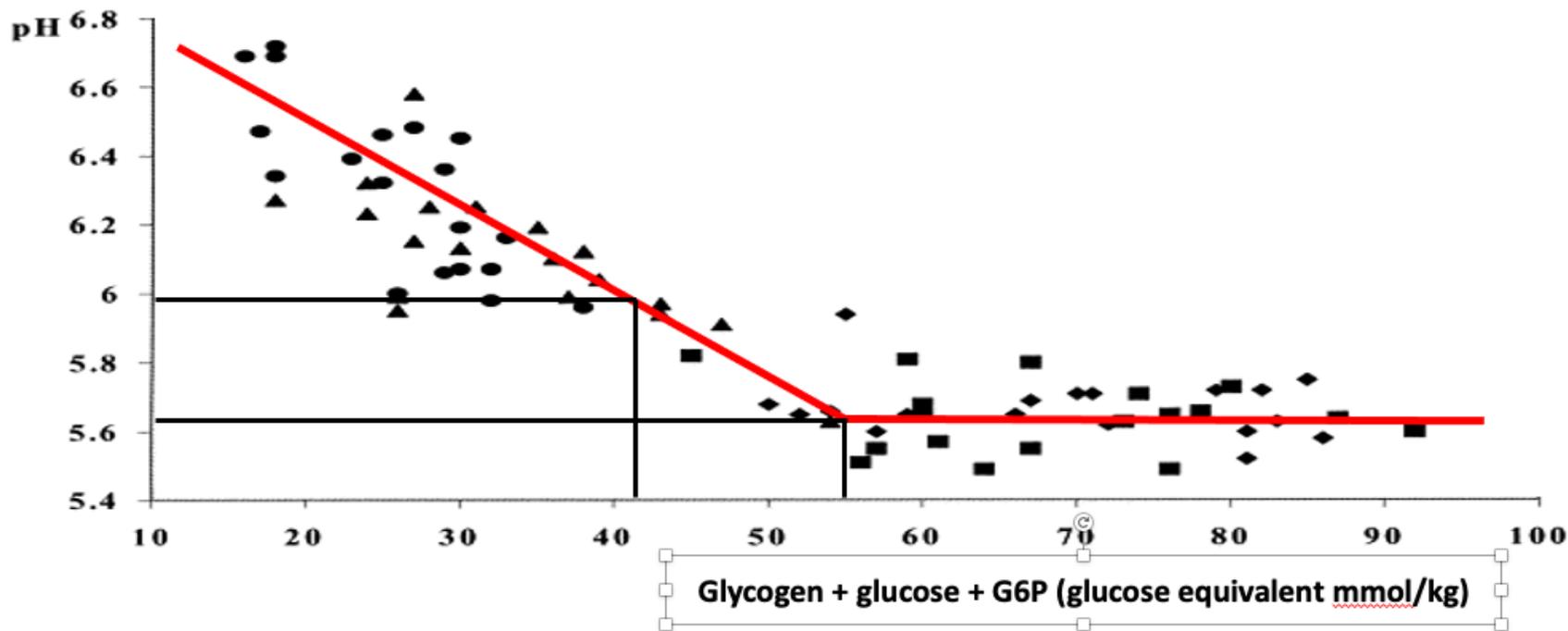
# Fatores que influenciam o metabolismo pós-morte e a qualidade da carne

# Efeito da concentração inicial de glicogênio e final de lactato no músculo sobre o pH final ( $pH_u$ )



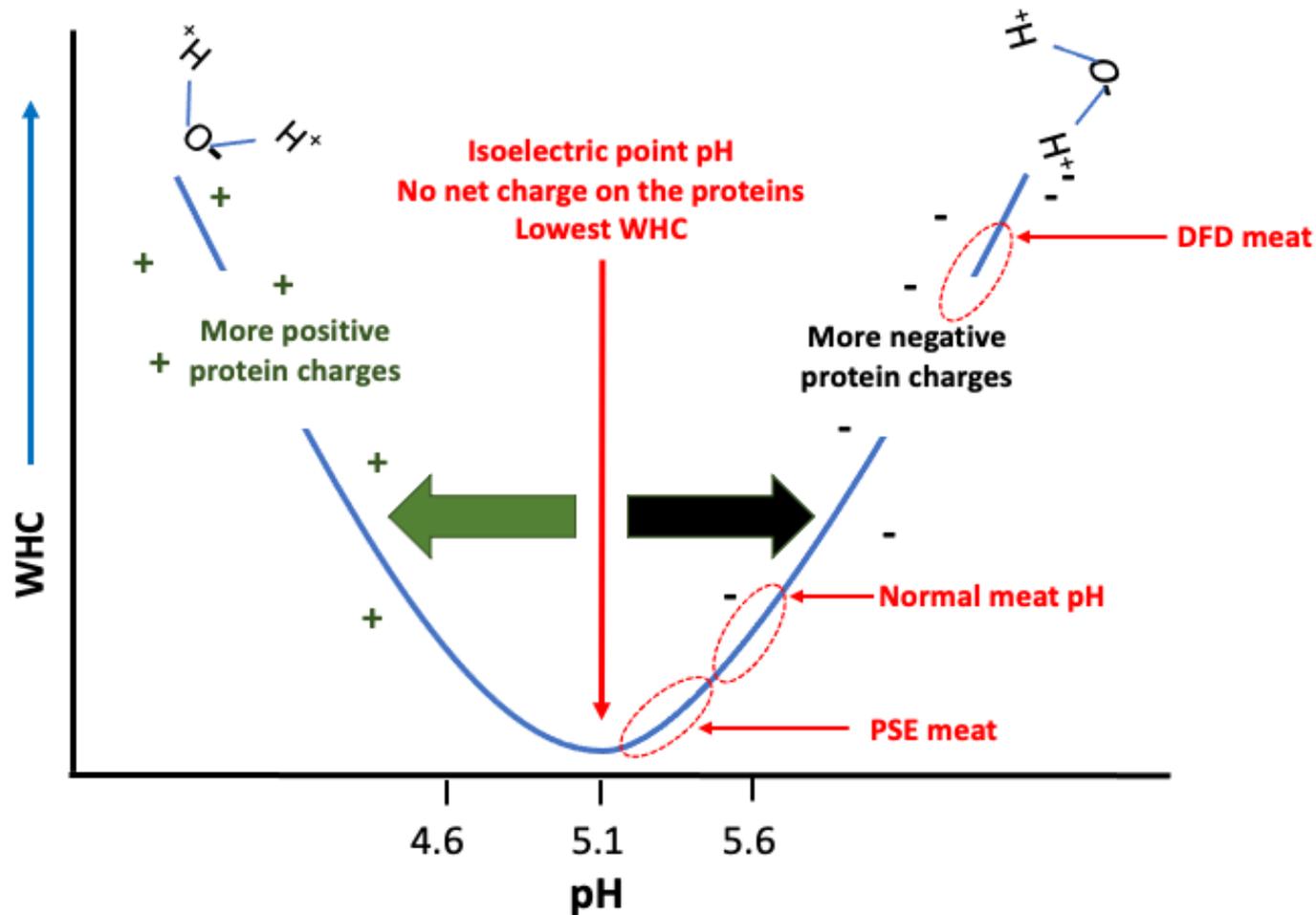
Fonte: Warris et al., 1984

# Concentração glicogênio x queda do pH



Henckel et al. (2002)

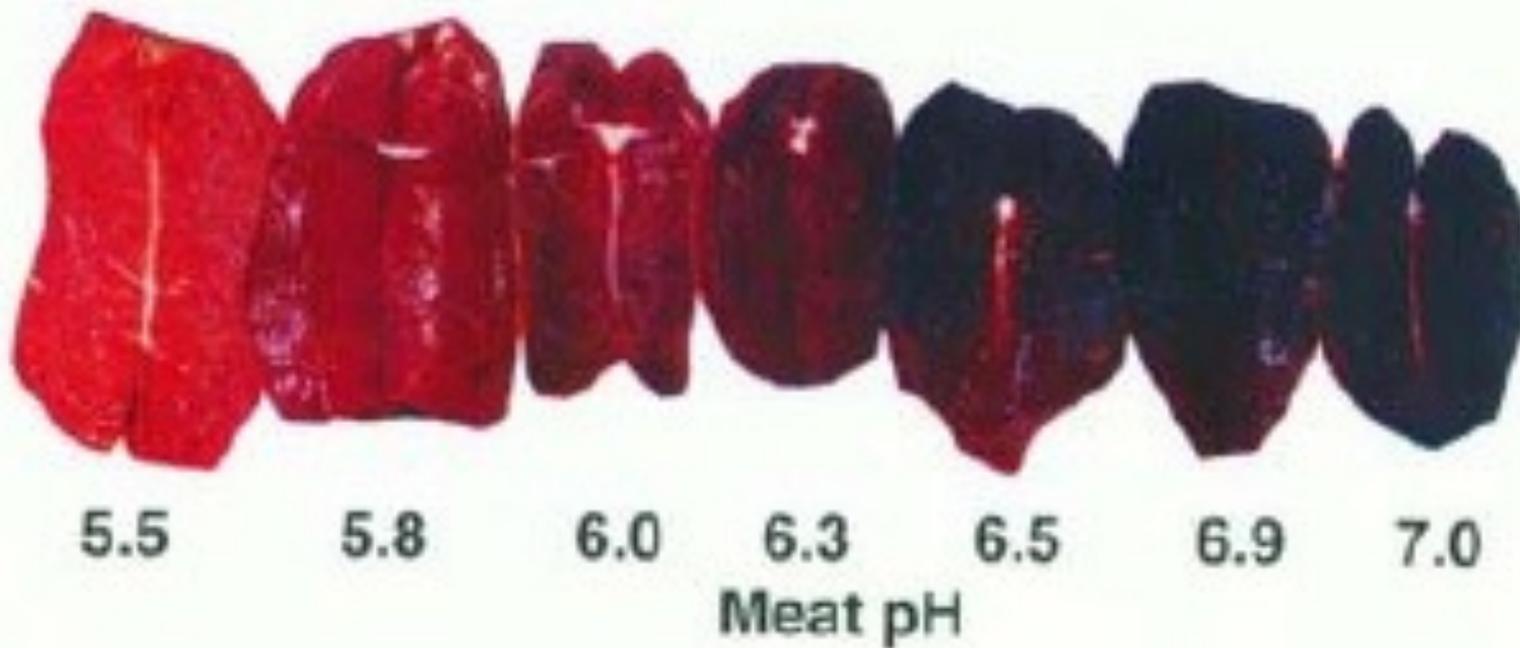
# Efeito do pH capacidade de retenção de água



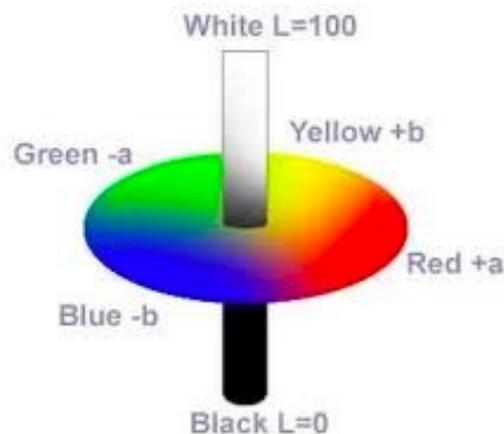
# Efeito do pH na cor da carne - Bovinos

## **BEEF:**

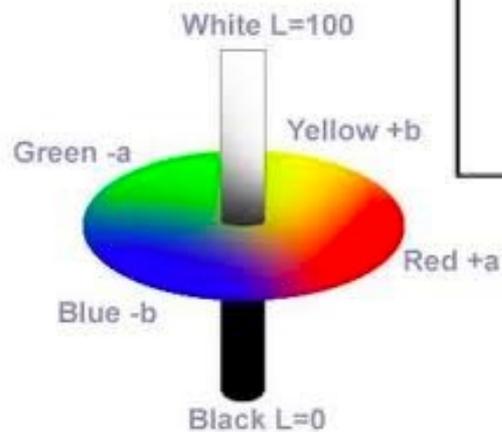
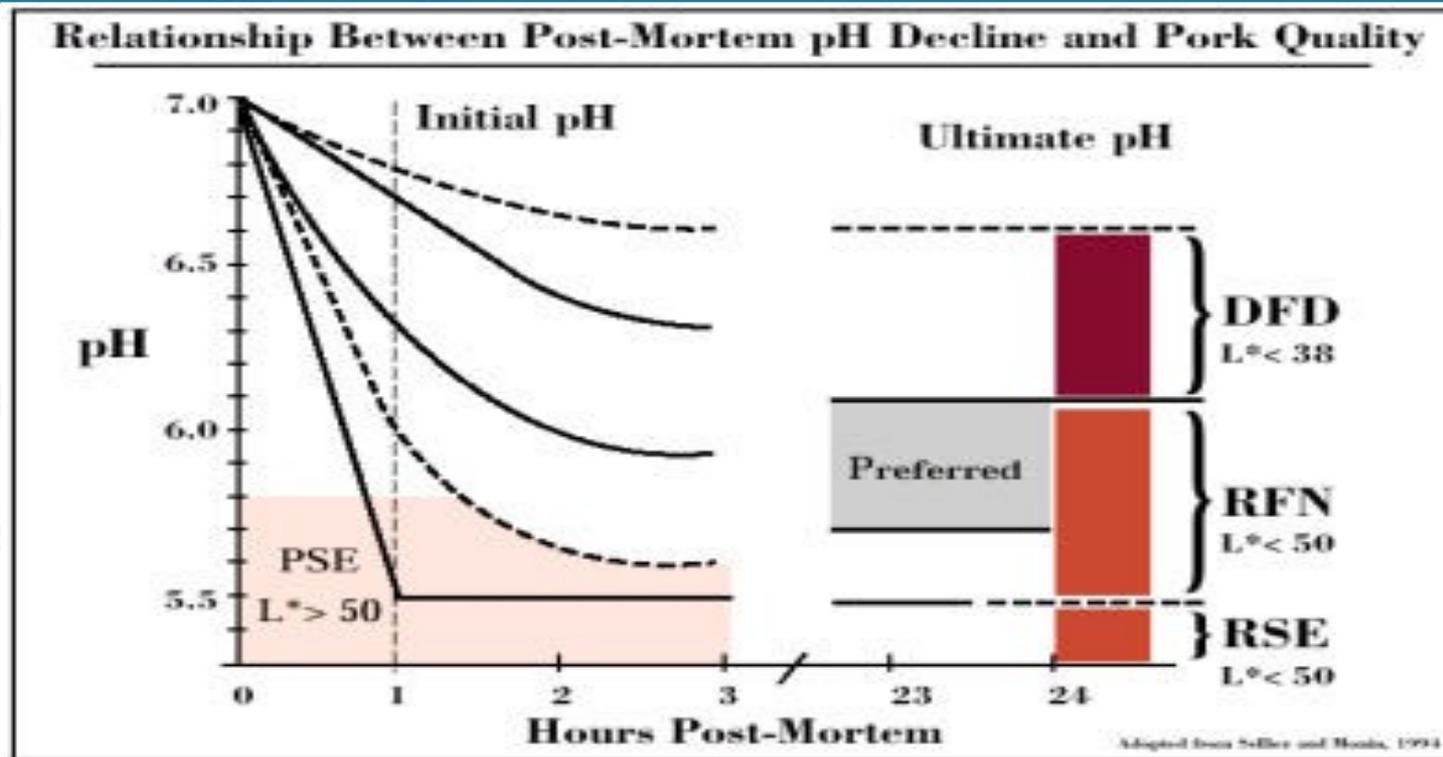
**Example of how meat colour is affected by ultimate pH**

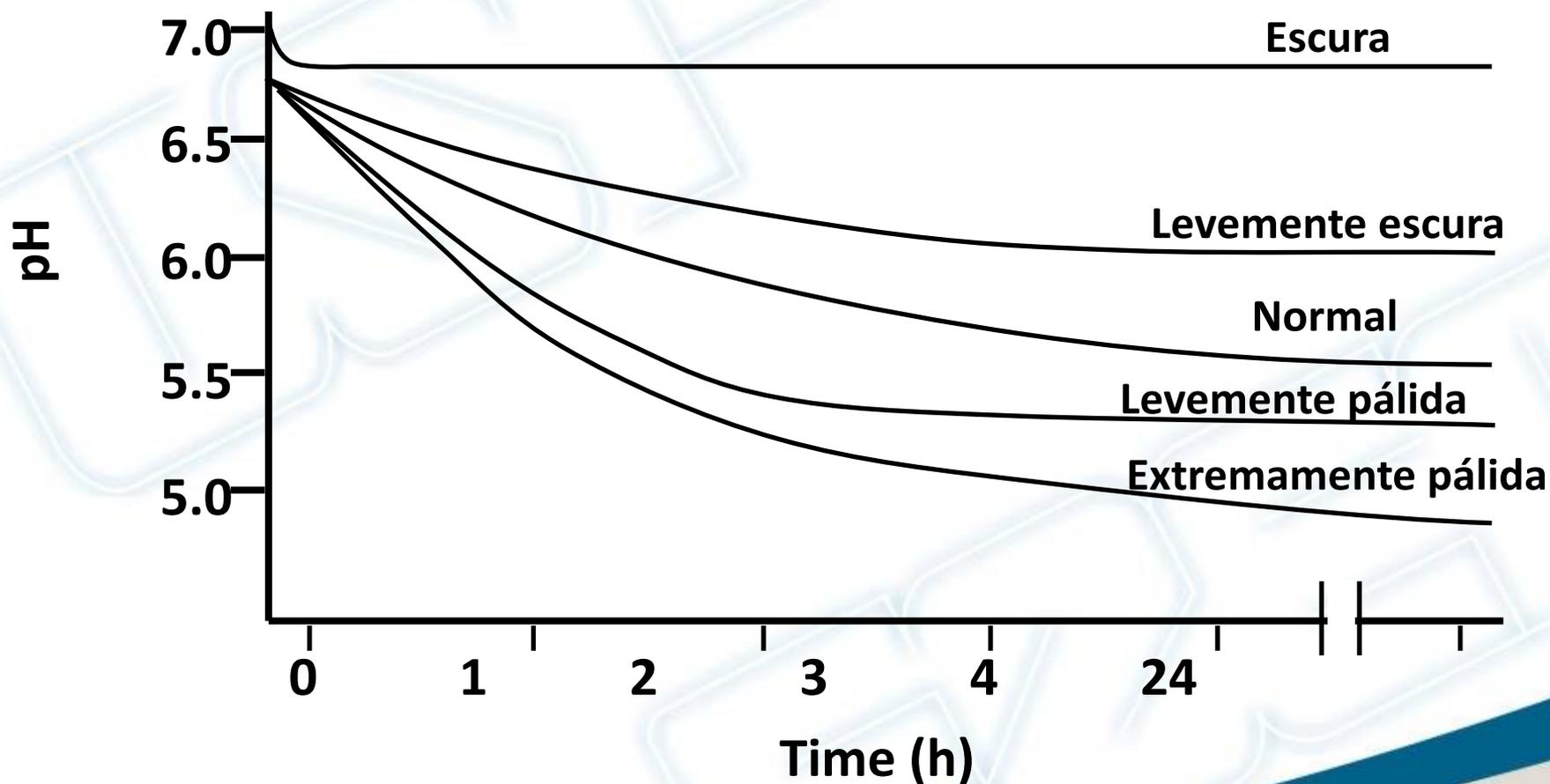


# Efeito do pH na cor da carne - Aves

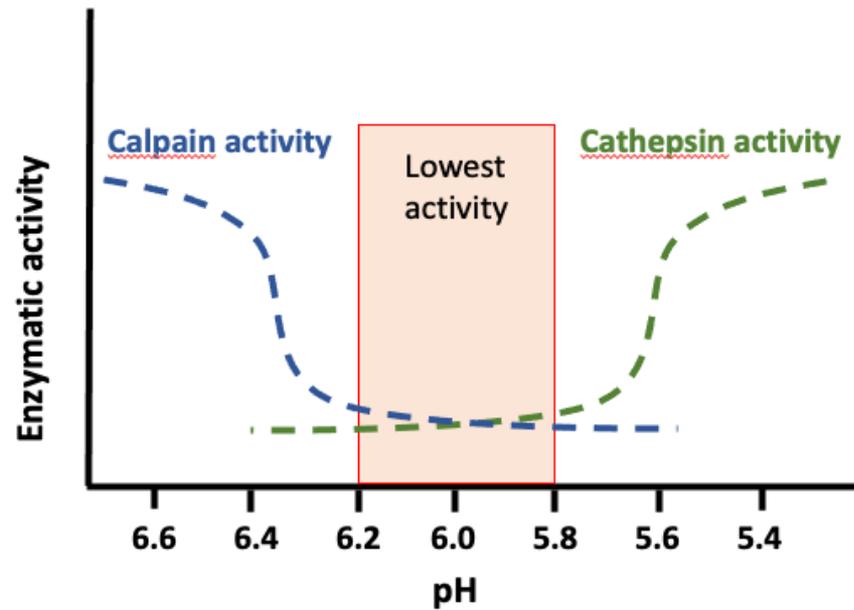
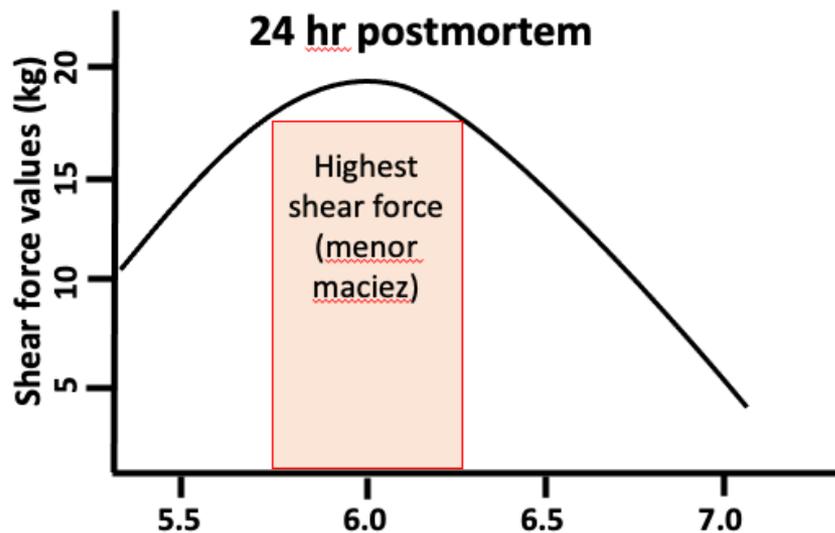


# Efeito do pH na cor da carne - Suínos





24 hr postmortem



# Efeito da temperatura na queda do pH

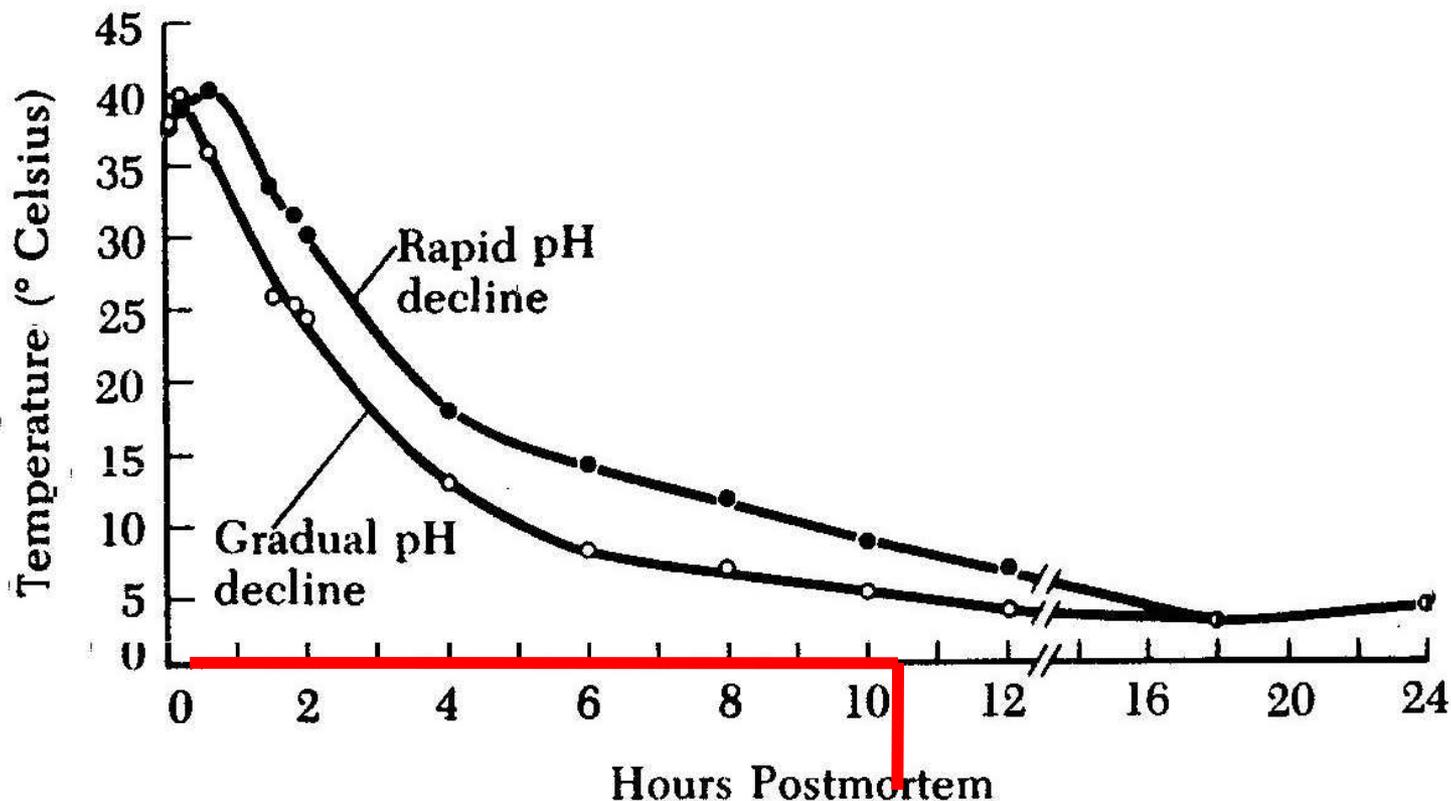


Figure 5.2. Postmortem temperature decline curves. [Modified from Briskey, E. J. and J. Wismer-Pedersen, "Biochemistry of Pork Muscle Structure; I. Rate of Anaerobic Glycolysis and Temperature Change versus Ultimate Muscle Structure," *J. Food Sci.* 26, 306 (1961).]

- Os períodos **pré** e **pós-abate** são **fundamentais** para obtenção de uma **carne** com características **adequadas**;
- Manipulação **inadequada** desses fatores podem **comprometer** todo o trabalho realizado previamente e a **qualidade**;
- A obtenção de uma **carne** de boa **qualidade** depende de uma **combinação** de **ações** que englobam **produção, processamento, armazenamento e preparo adequados**.